



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

CIDADE UNIVERSITÁRIA PROF. JOSÉ ALOÍSIO DE CAMPOS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

ORTÊNCIA DA PAZ SANTIAGO

**PERSPECTIVAS DA ABORDAGEM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE E
SUAS RELAÇÕES COM AS CAPACIDADES DE PENSAMENTO CRÍTICO**

São Cristóvão–SE

Março de 2018

ORTÊNCIA DA PAZ SANTIAGO

**PERSPECTIVAS DA ABORDAGEM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE E
SUAS RELAÇÕES COM AS CAPACIDADES DE PENSAMENTO CRÍTICO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe (UFS), como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Erivanildo Lopes da Silva.

São Cristóvão–SE

Março de 2018

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

Santiago, Ortência da Paz

S235p Perspectivas da abordagem ciência, tecnologia e sociedade e suas relações com as capacidades de pensamento crítico / Ortência da Paz Santiago; orientador Erivanildo Lopes da Silva. – São Cristóvão, 2018.
116 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, 2018.

1. Ciências – Estudo e ensino. 2. Tecnologia e sociedade. 3. Pensamento crítico. 4. Aprendizagem – Sequências de ensino. I. Silva, Erivanildo Lopes da, orient. II. Título.

CDU: 5/6:37.016



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA - PPGEICIMA



PERSPECTIVAS DA ABORDAGEM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE E
SUAS RELAÇÕES COM AS CAPACIDADES DE PENSAMENTO CRÍTICO

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM
21 DE MARÇO DE 2018

Erivanildo Lopes da Silva

PROF. DR. ERIVANILDO LOPES DA SILVA

Celina Tenreiro Vieira

PROFA. DRA. MARIA CELINA TENREIRO VIEIRA

Carmen Regina Parisotto Guimarães

PROFA. DRA. CARMEN REGINA PARISOTTO GUIMARÃES

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sua providência e bênção em minha vida.

A meus pais, Antônio e Helena, por estarem sempre presentes e me apoiando em minhas escolhas. A meus irmãos, Dimas e Kauê, pelo apoio e companheirismo. A meu sobrinho, Otavio, pela minha razão de sorrir.

A toda minha família, que nunca se opôs a me ajudar; saiba que podem contar sempre comigo, e a vocês o meu muito obrigada. À minha madrinha, Luciana Santiago, que me acolheu não só em sua casa, juntamente com Souza, mas também incorporou um papel de companheirismo que considere importante nessa fase de minha vida (desculpa pelos sustos nas madrugadas. rsrsrsrs).

A meu namorado, Thyago, pelo companheiro e amigo que é. Pela compreensão, pelo incentivo e pela paciência que teve diante de minhas ausências.

A meu orientador, Erivanildo Lopes, por conhecer antes de tudo o real significado do que é um ser humano, amigo, e que, devido à sua parceria, deu muito certo a orientação deste e de muitos trabalhos. Toda a minha gratidão a ti.

Às amizades adquiridas na UFS e que vou levar para a vida. Aos professores, a quem devo uma parcela do meu profissionalismo. Ao grupo do PPGEICIMA 2016, com o qual enriqueci muito meus conhecimentos em meio a tantas discussões profissionais e relacionadas à vida. Há ainda os amigos dos amigos, como esquecer o Piauiense Nazareno?

Com alguns desses amigos, compartilho sorrisos desde a graduação. Dane, Denny, Fernando e Everton. Dane, como esquecer as lágrimas derramadas juntas e que nem sempre foram de felicidade, né? Denny, por quem tenho uma grande admiração. E, Fernando, com quem iria brigar e desabafar meus desesperos, se não com você? Só para no fim ouvir você dizer: “Calma, menina, vai dar tudo certo”.

Aos colegas do GEEQUI, pelos calorosos debates. Em especial a Joedna, que nunca se esquivou de me ajudar.

A meus amigos de infância que sempre me trazem sorrisos.

Sem esquecer alguns nomes de amigos de longa temporada, como Nirly, que sempre me acalmou e alertou das dificuldades dessa caminhada, a Brenno que sempre esteve presente desde minha infância me apoiando; ao professor Joelinton, que sempre me abriu portas em suas salas de aula, assim como a professora Isabel, que sempre esteve me incentivando a crescer.

Enfim, a todos que me ajudaram de modo direto ou indireto nessa trajetória.

Este trabalho não teria se concretizado se não fosse pelo apoio de vocês. Agradeço e que Deus os abençoe sempre!

RESUMO

Esta pesquisa teve como finalidade investigar possíveis aproximações entre os objetivos defendidos pela abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto brasileiro e Taxonomia do Pensamento Crítico. As aproximações foram assumidas como pressuposto, uma vez que as duas perspectivas teóricas expõem que os estudantes devem ter como elemento formativo uma visão crítica frente a questões do cotidiano. Como parte inicial desta investigação, foi construído um instrumento com o intuito de estabelecer um corpo de aproximações entre os objetivos presentes nos dois campos teóricos. Em complemento, esta pesquisa objetivou investigar quais capacidades podem ser mobilizadas nos indivíduos em situações didáticas embasadas numa Abordagem CTS de referenciais brasileiros. Para tanto, a coleta de dados foi realizada através de instrumentos audiovisuais e registros escritos durante aplicações de Sequências de Ensino Aprendizagem (SEA) que trataram de conceitos da química, a saber: termoquímica e eletroquímica. O material coletado sofreu a análise do tipo de Conteúdo embasada em Bardin. Tratando da etapa inicial da pesquisa e das aproximações dos dois campos teóricos, os resultados mostraram que essas teorias se aproximam significativamente em seus objetivos, dentro de uma margem mínima de 87% entre algumas capacidades no campo teórico, como: analisar argumentos, ou até mesmo decidir sobre uma ação. No que se refere aos resultados da aplicação das SEA em sala de aula, destaca-se que os alunos indicaram indícios de capacidades do Pensamento Crítico, tais como: analisar argumentos e interagir com os outros, implicando, assim, que o material Ciência-Tecnologia-Sociedade tem potencial para com a apelar as capacidades, confirmando as implicações teóricas.

Palavras-chave: Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade. Pensamento Crítico. Sequências de Ensino Aprendizagem.

ABSTRACT

This research was intended to investigate possible approaches between the goals defended by the Science-Technology-Society approach in the Brazilian context and Taxonomy of critical thinking. The approaches were taken as an assumption, since the two theoretical perspectives expose students to formative element should be a critical view in the face of everyday issues. As part of this initial investigation, was built an instrument with the intent to establish a body of approaches among the objectives in two theoretical fields. In addition, this research aimed to investigate what capabilities can be manifested in individuals in educational situations based on a CTS of Brazilian Reference Approach. To this end, the data were collected through audiovisual instruments and records written during teaching Learning sequence applications (SEA) who treated chemistry concepts, namely: Thermochemistry and electrochemistry. The material collected has suffered the kind of Content analysis based in Bardin. Treating the early stage of the research and the approaches of the two theoretical fields, the results showed that these theories approach significantly in their goals, within a minimum margin of 87% among some in the theoretical field capabilities, such as: analyze arguments, or even decide on an action. With regard to the results of the application of SEA in the classroom, students indicated evidence of critical thinking skills, such as: analyze arguments and interact with others, implying that the material Science-Technology-Society has the potential to appeal to the capabilities, confirming the theoretical implications.

Keywords: Science, Technology and Society Approach. Critical Thinking and Teaching. Learning Sequences.

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Áreas/capacidades do pensamento crítico, segundo Tenreiro-Vieira e Vieira (2000).....	25
Quadro 02: Possíveis aproximações das tendências CTS para com as áreas/capacidades de PC.....	43
Quadro 03: Atribuições das capacidades de PC para as respectivas dos objetivos da abordagem CTS.....	45
Quadro 04: Capacidades atribuídas pelos especialistas para cada momento da SEA “Combustíveis e energia-Termoquímica”	47
Quadro 05: Capacidades atribuídas pelos especialistas para cada momento da SEA “Água do mar: Uma proposta para a abordagem de Eletroquímica”	49
Quadro 06: Análise dos alunos/grupos para as categorias em questão.....	54
Quadro 07: Número e percentagem de alunos que evidenciaram a mobilização de capacidades de pensamento crítico, em cada questão em cada momento da SEA.....	57
Quadro 08: Análise dos alunos/grupos para as categorias em questão.....	61
Quadro 09: Número e percentagem de alunos que evidenciaram a mobilização de capacidades de pensamento crítico, em cada questão em cada momento da SEA.....	64

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Modelo da abordagem CTS, conforme Aikenhead (1994).....	17
Figura 02: Processo de validação.....	31
Figura 03: Etapas da pesquisa.....	34
Figura 04: Esquema que indica as simbologias da fórmula do Qui-quadrado e suas respectivas hipóteses a serem testadas.....	36
Figura 05: Esquema de aplicações das SEA.....	38
Figura 06: Organização da sala de aula nos dias das aplicações das SEA.....	39
Figura 07: Gráfico do Qui-quadrado.....	46
Figura 08: Gráfico de atribuições para as capacidades que apelam na SEA que trata dos conteúdos de Termoquímica.....	48
Figura 09: Gráfico com as atribuições para a SEA que trata dos conteúdos de Eletroquímica.....	49
Figura 10: Abrangência das categorias de análise.....	52
Figura 11: Porcentagem por capacidades manifestadas na SEA que tratam dos conteúdos da Termoquímica.....	59
Figura 12: Porcentagem por capacidades manifestadas na SEA que tratam dos conteúdos da Eletroquímica.....	66

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

CTS: Ciência, Tecnologia e Sociedade

PC: Pensamento Crítico

PIBID: Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência

SEA: Sequências de Ensino Aprendizagem

UFS: Universidade Federal de Sergipe

ACT: Alfabetização Científica Tecnológica

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 MARCO TEÓRICO.....	12
2.1 Revisão de Literatura.....	12
2.2 Orientações CTS na educação.....	14
2.2.1 CTS no ensino de Ciências.....	17
2.3 O Pensamento Crítico.....	20
2.4 Disposições e Capacidades do Pensamento Crítico.....	24
2.5 Possíveis aproximações do CTS e do PC.....	25
3 METODOLOGIA E SUAS FUNDAMENTAÇÕES.....	30
3.1 Da Produção das SEA.....	31
3.2 Da coleta de dados.....	33
3.3 Sobre o instrumento de aproximação teórico “Régua”.....	35
3.4 Um olhar para as SEA com relação a possíveis capacidades de PC manifestadas.....	37
3.5 Da aplicação das SEA no contexto desta pesquisa.....	38
3.6 Obtenção e Análise dos Dados pós-aplicação.....	40
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	42
4.1 Aproximações das abordagens CTS com o Pensamento Crítico, no campo teórico...42	42
4.2 Manifestação das capacidades do PC nos materiais didáticos.....	47
4.3 Análises das SEA pautadas nas abordagens CTS de acordo com as capacidades de PC.....	51
4.3.1 DA SEA “Combustíveis e Energia-Termoquímica”.....	53
4.3.2 DA SEA “Água do mar: Uma proposta para a abordagem de Eletroquímica”.....	59
CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES.....	68
REFERÊNCIAS.....	71
APÊNDICE: Tabela de capacidades de PC.....	76
ANEXO A: SDE – Eletroquímica.....	78
ANEXO B: SDE – Termoquímica.....	94

1 INTRODUÇÃO

Como modo de justificar os motivos que levaram à realização desta pesquisa, ressalto os importantes aspectos que incidiram sobre toda a minha caminhada acadêmica. O contato com o tema relacionado às abordagens CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), assim como com as SEA (Sequências de Ensino Aprendizagem), ocorreu durante minha participação no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), que ocorreu na graduação do curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

Essa vivência se tornou muito importante para a compreensão de conceitos científicos e questões didático-pedagógicas de modo integrado. Com o ingresso no mestrado, por sua vez, surgiu a oportunidade de adensar os estudos sobre a abordagem CTS em materiais didáticos. Assim, com as vivências do mestrado, tornou-se possível alinhar a temática CTS à taxonomia do Pensamento Crítico (PC), alinhamento esse que nasceu através de uma parceria entre a Universidade de Aveiro e a Universidade Federal de Sergipe. Nessa perspectiva, chamou-me a atenção a inclusão das abordagens CTS na sala de aula, por meio de ações didáticas, visando à formação de cidadãos críticos, sobretudo daqueles que consigam pensar e refletir frente a alguns problemas de cunho social/político/pessoal.

A sociedade em geral discute que a educação formal deve ter como objetivo principal formar cidadãos críticos, que sejam capazes de tomar suas próprias decisões, que saibam cobrir as questões pelas quais eles passam. Essa máxima justifica-se em função do fato de que a sociedade moderna avança diariamente com relação principalmente à tecnologia. Tem-se, ainda, a necessidade de acompanhar os alunos, pois eles sempre estão à frente com a informação, e, nesse sentido, é preciso que os professores estejam sempre se atualizando, para estarem à frente dos discentes com a informação. Atualmente, vemos muitos documentos oficiais e várias pesquisas que têm o objetivo de propor materiais que tornam o cidadão crítico, mas pouco se explora o que vem a ser esse pensamento crítico.

Essas questões apresentaram elementos justificáveis para a realização de um Projeto de Pesquisa que buscou responder à seguinte pergunta: Quais capacidades de Pensamento Crítico são evidenciadas em estudantes ao passarem por aplicações de SEA pautadas na abordagem CTS pertencentes ao contexto brasileiro? Com base nesse questionamento, assumiu-se como objetivo geral: Investigar quais capacidades de Pensamento Crítico são mobilizadas por estudantes do Ensino básico em contato com materiais didáticos pautados na abordagem CTS.

Desse objetivo maior, desdobraram-se os objetivos específicos, que são: Investigar possíveis aproximações entre a abordagem CTS e a taxonomia do PC; investigar possíveis capacidades de PC que apelam para as SEA e, por fim, investigar possíveis evidências de capacidades de PC manifestadas pelos alunos da Educação básica, durante a aplicação de SEA pautadas na abordagem CTS. Dessa forma, destaca-se, como hipótese inicial, a ideia de que algumas capacidades de PC são manifestadas durante a aplicação de materiais didáticos (SEA) produzidos na vertente CTS, contudo é preciso explicitar melhor quais delas realmente são evidenciadas.

Este texto foi organizado, inicialmente, com a apresentação da fundamentação teórica, na qual se destacam significações acerca do movimento epistemológico CTS e da taxonomia do PC e de como essas temáticas são discutidas no âmbito do ensino de Ciências. Na sequência, são apresentadas questões metodológicas que delinearão a pesquisa, bem como considerações sobre a produção e validação dos materiais didáticos e do instrumento de aproximação teórica das teorias CTS/PC, além do detalhamento do processo de coleta de dados e da forma como se procedeu à análise. Finalizando, apresenta-se uma discussão acerca das capacidades do Pensamento Crítico potencialmente evidenciado em estudantes secundaristas e são apontadas as considerações finais a respeito do estudo realizado.

2 MARCO TEÓRICO

Nesta seção, serão apresentados uma “breve” revisão da literatura e os aportes teóricos que situam a pesquisa, tais como as Abordagens CTS e suas implicações e a teoria do Pensamento Crítico.

2.1 Revisão de Literatura

Nesta parte, serão expostos trabalhos que tratam das temáticas e perspectivas da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade e suas relações com as capacidades de Pensamento Crítico, assim a revisão da literatura tem como objetivo mostrar alguns trabalhos que destacam estudos sobre as duas temáticas.

Para a realização da revisão de literatura, foi feito um amplo levantamento nos principais sites de bases de dados da rede mundial de computadores, tais como Google Acadêmico e SciELO (Scientific Electronic Library Online), sobre o eixo da CTS com enfoque no ensino e no Pensamento Crítico.

Quando se trata da perspectiva da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade relacionada com o Pensamento Crítico (especificamente no Brasil, foco do nosso trabalho), percebe-se que ainda existem poucos estudos que tratam dessas duas linhas temáticas de modo entrelaçado. Contudo, alguns trabalhos enveredam por essa perspectiva de estudo.

Nesse sentido, Freire (2007), em seu trabalho, teve o ensino CTS e o Pensamento Crítico como abordagens em uma disciplina de Química. A autora aponta como reflexão que é necessário que os conteúdos da disciplina base do estudo sejam reformulados, assim como a forma de ensinar, pois, como ela argumenta, é necessário que os temas que estão sendo ensinados sejam relacionados com a realidade que o aluno vivencia em seu dia a dia.

Freire (2007) ainda enfatiza que o professor em sala de aula deve ter como referência que o aluno adquira um pensamento crítico e, para tal, é necessária a abordagem de sequências didáticas que tenham a perspectiva da CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) como enfoque.

Trazendo outro estudo, agora na perspectiva da educação transformadora de Paulo Freire, destaca-se Auler (2006), que, em seus trabalhos, busca relacionar os ensinamentos humanistas de Paulo Freire com o movimento da CTS. Auler argumenta que:

Assim, para uma leitura crítica do mundo contemporâneo, potencializando para ações no sentido de sua transformação, considera-se fundamental a problematização (categoria freiriana) de construções históricas realizadas sobre a atividade científico-tecnológica, consideradas pouco consistentes: superioridade/neutralidade do modelo de decisões tecnocráticas, perspectiva salvacionista/redentora atribuída à Ciência-Tecnologia e o determinismo tecnológico. Tais construções históricas, transformadas em senso comum, particularmente no contexto de nossas investigações, parecem estar exercendo, dentre outras coisas, efeito paralisante, tal qual mitos, aspecto denunciado por Freire (2006, p. 4).

Magalhaes e Tenreiro-Vieira (2006) também realizaram pesquisas tratando do ensino de Ciências, relacionando com CTS e pensamento crítico, porém no âmbito internacional. Em seus estudos, esses autores concluíram que o professor, para ensinar, além de ter uma boa base desse conhecimento, é necessária uma formação que tenha relação com essas perspectivas temáticas.

Para entender que o professor que não tem uma formação com enfoque em CTS e pensamento crítico não consegue levar seu aluno a ser uma pessoa crítica, depois do fim do curso de formação que tem como intuito levar o docente a considerar a CTS-PC, Magalhaes e Tenreiro-Vieira (2006) fizeram um questionário com algumas perguntas para serem respondidas antes e depois da conclusão do curso (pré e pós-teste).

Os resultados do trabalho citado acima evidenciaram que, antes do programa de formação elaborado por Magalhaes e Tenreiro-Vieira (2006), os docentes tinham uma visão simples em relação à CTS, à educação e ao pensamento crítico. Outros relataram que possuíam dificuldade “em dar conta de propósitos, diferença que faz abordar o ensino de Ciências segundo uma orientação CTS e temas/conteúdos e estratégias de CTS” (MAGALHAES; TENREIRO-VIEIRA, 2006, p. 98).

Após o processo formativo, as autoras apontam que perceberam que as ideias dos docentes passaram a ter coerência com a utilização da CTS e Pensamento Crítico, até mesmo começaram a considerar capacidades de Pensamento Crítico, o que ajudou os alunos a resolverem problemas com base em suas próprias decisões (MAGALHAES; TENREIRO-VIEIRA, 2006).

Em outro trabalho, Tenreiro-Vieira e Vieira (2016) tratou da perspectiva da CTS e Pensamento Crítico no ensino de Ciências. Para essa autora, o PC tem relação direta com o conhecimento (seja científico, tecnológico ou social) e que está presente em várias ocasiões na vida do indivíduo, sobretudo para que a pessoa possa exercer a sua cidadania sabendo de suas responsabilidades.

Como pode ser observado, dos poucos trabalhos que entrelaçam ensino de CTS e Pensamento Crítico, verifica-se a orientação de promover uma educação transformadora, possibilitando que o aluno saiba qual seu papel na sociedade, conseguindo saber a importância da democracia e como exercer corretamente a sua cidadania.

2.2 Orientações CTS na educação

Atualmente, é muito discutida na academia a formação de indivíduos críticos, ou seja, formar pessoas capazes de tomar suas próprias decisões. Essa afirmação gira em torno da necessidade de uma sociedade moderna, o que por sua vez está cada vez mais ligado ao desenvolvimento científico e tecnológico.

E o que vem a ser um estudo que estabeleça uma relação entre sociedade moderna e desenvolvimento científico e tecnológico? Essa questão central é debatida pelo movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que corresponde a estudar as relações que vão existir nesses três campos, voltando-se para uma investigação acadêmica e para as políticas denominadas públicas (PINHEIRO, 2005). Ainda nesse sentido,

Baseia-se em novas correntes de investigação em filosofia e sociologia da ciência, podendo aparecer como forma de reivindicação da população para participação mais democrática nas decisões que envolvem o contexto científico-tecnológico ao qual pertence. Para tanto, o enfoque CTS busca entender os aspectos sociais do desenvolvimento tecnocientífico, tanto nos benefícios que esse desenvolvimento possa estar trazendo, como também as consequências sociais e ambientais que poderá causar (PINHEIRO, 2005, p. 29).

Tratando especificamente da esfera educacional, Auler e Delizoicov (2006, p. 2) argumentam que o movimento CTS tem buscado contemplar a participação das pessoas, de modo a participarem das discussões relacionadas com CT desde a década de 60. Nas palavras dos estudiosos,

Em linhas gerais, o movimento CTS repercute em contextos em que as condições materiais da população estavam razoavelmente satisfeitas. Contrariamente, na quase totalidade dos países da América Latina, conjunto significativo da população é afetada por carência material. Além disto, ou melhor, vinculado a isto, a maioria destes países têm um histórico de passado colonial, cujas marcas se manifestam, por exemplo, naquilo que Paulo Freire (1987) denominou de “cultura do silêncio”, caracterizada pela ausência de participação do conjunto da sociedade em processos decisórios (AULER; DELIZOICOV, 2006, p. 2).

De modo geral, percebe-se certo consenso na sociedade acerca de a esfera escolar precisar formar cidadãos emancipados e críticos, capazes de tomar decisões embasadas em conhecimento elaborado, compreendendo questões de mundo e o próprio indivíduo, sendo essa perspectiva de formação do indivíduo o eixo central do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade no contexto educacional.

O movimento CTS surge na educação como uma ideia de compreensão relacionada à ciência e às tecnologias no seu contexto social, ganhando fôlego por volta da década de 60 e 70 (época demarcada por um pós-guerra) e trazendo para a discussão as preocupações relacionadas aos problemas sociais acarretados pelos avanços dos conhecimentos científicos e tecnológicos.

Em seus estudos, Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007, p. 74) definiram alguns objetivos para quando se pretende trabalhar com a CTS no enfoque educacional. Um deles é que devem existir questionamentos em “relação às formas herdadas de estudar e atuar” e que estas devem ser sempre discutidas. Outra proposta é questionar sobre a “distinção convencional entre o conhecimento teórico e o conhecimento prático”, uma vez que isso vai refletir em um “sistema educativo dúbio, que diferencia a educação geral do vocacional”.

Outros objetivos é que tem de se combater o conhecimento para que ele não seja segmentado em todos os níveis de ensino e, por último, “promover uma autêntica democratização do conhecimento científico e tecnológico, de modo que ela não se difunda, mas que se integre na atividade produtiva das comunidades” e que tenham uma criticidade (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p. 74).

Em suas aulas, o professor tende a discutir com os estudantes o quanto a tecnologia e a ciência vêm evoluindo, mostrando-lhes quais são as principais causas e consequências dessa evolução. Também é preciso contextualizar os impactos econômicos, sociais e políticos pelos quais a sociedade vem passando e situar que a ciência deve ser concebida como uma criação realizada pelo homem.

Por isso, quando se fala em Ciência, nota-se que ela está diretamente ligada a como o ser humano vai evoluindo no decorrer do tempo; ademais, percebe-se que, em muitos casos, sentem-se as consequências do pensar e agir pela ação reflexiva, que estarão presentes durante todo o processo de desenvolvimento humano.

Com base em Bybbe (1987), pode-se argumentar que a orientação CTS, como pesquisa educacional, passa pelo desenvolvimento de currículos que apresentem conhecimentos e habilidades tecnológicos em um contexto pessoal e social, como também que incluam os conhecimentos e as habilidades tecnológicas e, além disso, ampliem o processo de investigação para tomada decisões.

Nessa perspectiva, a abordagem CTS presume a formação do cidadão crítico, opinante, participante, na sociedade, da tomada de decisões frente a quaisquer problemas, desde que ele seja ético e democrático. Apesar de o movimento CTS não ter sua origem no contexto educacional, as reflexões nessa área vêm aumentando significativamente, por se entender que a escola é um espaço propício para que as mudanças aconteçam (PINHEIRO et al., 2009).

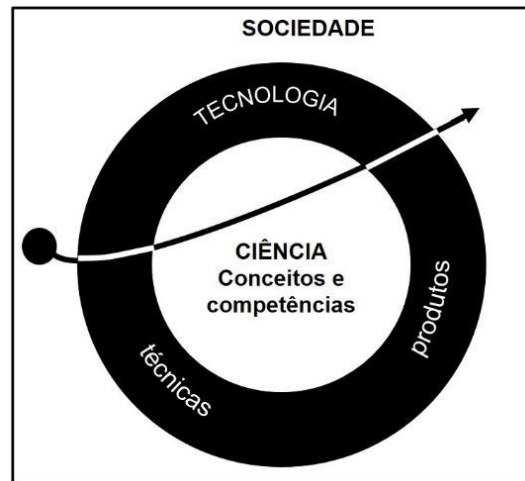
Então se entende que o indivíduo, se bem orientado nessa vertente, ao se deparar com problemas atuais de cunho social, ético e político, deverá ter postura capaz de fazer suas próprias reflexões a respeito de determinado problema, com opiniões e juízos de valor autônomos, chegando, com isso, à apresentação de possíveis soluções/tomadas de decisões. Desse modo, “contribui para a melhoria da qualidade de vida, uma vez que não há aspectos da vida da sociedade que não estejam condicionados ou dependentes da Ciência e da Tecnologia” (MAGALHAES; TENREIRO-VIEIRA, 2006, p. 88).

Os estudos CTS, com seu carácter interdisciplinar, incluindo discussões sobre temas de Filosofia, História da Ciência, Tecnologia e Sociologia, presumem provocar um entendimento sobre a Tecnologia e a Ciência nas suas origens sociais, políticas e econômicas (CEREZO, 1999).

De acordo com Acevedo Díaz (1996), faz-se necessário, para a educação CTS, que se tragam para a sala de aula as culturas humanística e científico-tecnológica, haja vista que assim o indivíduo alfabetizado nessa vertente será capaz de tomar suas decisões, promovendo o seu pensamento crítico e a independência intelectual para serem usados em favor da sociedade. Para esse autor, é preciso também que as instituições incluam em seu currículo disciplinas da CTS que discutam a prática docente com base nessa perspectiva.

Como forma de abordagem CTS no meio educacional, destaca-se o modelo definido por Aikenhead (1994), o qual propõe um ensino que deve envolver de início uma questão social diretamente relacionada aos conhecimentos tecnológicos e científicos.

Figura 01: Modelo da abordagem CTS, conforme Aikenhead (1994).



Fonte: Elaboração da autora.

Nessa proposta da figura 1, os conhecimentos científicos tratados de acordo com as esferas sociais e tecnológicas devem estar problematizados a partir de uma questão social que tenha relação direta com conhecimentos tecnológicos e científicos (SILVA, 2007). Após estudos da problemática nas dimensões tecnologia e ciência, geram-se novas compreensões que servirão para discussões críticas e fundamentadas no contexto social. O modelo parece ser simples do ponto de vista metodológico, contudo, para sua implementação em sala de aula, existem grandes desafios, necessitando-se cada vez mais do desenvolvimento de discussões acerca do que se deve ensinar e de como ensinar.

2.2.1 CTS no ensino de Ciências

Tratando da abordagem CTS no ensino de Ciências, atualmente se defende que o ensino deve proporcionar a formação de indivíduos cientificamente alfabetizados. E, para tanto, essa

abordagem deve ser diferenciada do ensino tradicional, caracterizado pela simples transmissão do conhecimento escolar (ACEVEDO DÍAZ, 1996; SOLBES; VILCHES, 2002).

Tem-se observado o aumento considerável de pesquisas sobre as relações Ciência, Tecnologia e Sociedade, e um dos principais estudiosos da abordagem CTS no Brasil é Auler, em parceria com Delizoicov (2006), que em seus trabalhos defende a necessidade das abordagens CTS nos currículos implementados. Mas vai além ao dizer que não adianta somente implantar os temas sociais “se não houver uma mudança significativa na prática e nas concepções pedagógicas”, principalmente na sala de aula. No fim, o maior objetivo dessa perspectiva é preparar os alunos enquanto cidadãos capazes de tomar decisões (AULER; DALMOLIN; FENALTI, 2009, p. 71).

No Brasil, as propostas pedagógicas com essa natureza estão ganhando destaque, no entanto, por outro lado, ainda existe a necessidade de reconfigurar os currículos brasileiros a partir de uma perspectiva CTS. Para isso, é preciso que se forneçam parâmetros que sejam capazes de ampliar o ensino, para que seja capaz de configurar uma educação crítica e reflexiva sobre o que diz respeito ao contexto científico-tecnológico e suas afinidades com a sociedade.

Santos e Mortimer (2002), pesquisadores brasileiros, argumentam, em seus estudos, que, quando se aborda a CTS, pode ser objetivada uma Alfabetização Científica e Tecnológica – ACT. Assim, a ACT traz um ponto de vista no qual os alunos podem compreender a ciência e a tecnologia para se tornarem capazes de usar o conhecimento científico e tecnológico em prol da solução de seus problemas rotineiros, bem como para se tornarem indivíduos capazes de tomar decisões com responsabilidade social (SANTOS; SCHNETZLER, 1997).

Logo, compreende-se a pertinência de se fazer uso das abordagens CTS no Ensino brasileiro como uma possível forma de buscar uma educação mais consciente, tendo em vista formar cidadãos com capacidade crítica e reflexiva sobre as consequências e os benefícios dos usos da tecnologia, levando em consideração os pressupostos do educador Paulo Freire, que argumenta que a alfabetização vai além de aprender a ler e a escrever, pois, para alfabetizar, é necessário que o indivíduo tenha uma leitura crítica da sociedade (AULER; DALMOLIN; FENALTI, 2009).

Para essa perspectiva de alfabetização, Auler e Delizoicov (2006) também estabelecem uma articulação entre os estudos de Paulo Freire e os referenciais ligados ao momento CTS, para assim estabelecer parâmetros sobre essas interações que superem uma pseudoneutralidade da Ciência e da Tecnologia.

Essa articulação ACT e visão humanística da educação é defendida enfaticamente por Auler e Delizoicov (2006, p. 4) em suas pesquisas, a destacar:

Entende-se que, para uma leitura crítica da realidade, do “mundo”, pressuposto freiriano, torna-se, cada vez mais, fundamental uma compreensão crítica sobre as interações entre CTS, considerando que a dinâmica social contemporânea está crescentemente vinculada ao desenvolvimento científico-tecnológico. Assim, para uma leitura crítica do mundo contemporâneo, potencializando para ações no sentido de sua transformação, considera-se fundamental a problematização (categoria freiriana) de construções históricas realizadas sobre a atividade científico-tecnológica, consideradas pouco consistentes: superioridade/neutralidade do modelo de decisões tecnocráticas, perspectiva salvacionista/redentora atribuída à Ciência-Tecnologia e o determinismo tecnológico.

A ACT, na perspectiva de Freire, presume que o ensino promova abordagens pedagógicas que proporcionem aos estudantes uma abrangência crítica sobre as relações de ciência, tecnologia e sociedade frente a questões de mundo. Freire (1987; 2002) sugere um ensino fundamentado em temas geradores, partindo de uma pesquisa do meio social/político do aluno, para que os dados coletados (fala dos alunos) sirvam para dar início à ação do educador. Os temas geradores devem ter seu grau de importância para o estudo em função do diálogo entre aluno/professor. Então, para se fazer a problematização dos temas geradores, é importante a exploração do contexto social em que o aluno está inserido, descartando a “educação bancária”, na qual o saber do professor é depositado no aluno.

Enfatizando as articulações, Auler e Delizoicov (2006) mostram que existem afinidades nas propostas educacionais de Paulo Freire e do movimento CTS, no que diz respeito às discussões dos temas sociais que envolvem ao mesmo tempo C&T e leitura crítica de mundo, considerando, assim, que a sociedade está diretamente ligada ao desenvolvimento científico-tecnológico e à necessidade de leitura crítica por parte tanto do professor quanto dos alunos, devendo-se atentar, portanto, à importância da problematização no contexto de sala de aula. No cenário brasileiro, Santos e Mortimer (2002) sugerem temas sociais de acordo com a realidade do Brasil, como diz Auler, a seguir:

Contudo, Santos e Mortimer (2000, p. 157) consideram que não adianta apenas inserir temas sociais no currículo, se não houver uma mudança significativa na prática e nas concepções pedagógicas. Consideram que não basta que as editoras dos livros didáticos incluam, nos livros, temas sociais ou disseminem os chamados paradidáticos. Para eles, se não houver uma compreensão do papel social do ensino de Ciências, pode-se incorrer no erro de uma “simples maquiagem dos currículos atuais com pitadas de aplicação das ciências à sociedade” (2003, p. 74).

Quando se utiliza dos temas sociais, pode-se perceber que vão ser evidenciadas as relações existentes entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que vão ajudar os alunos a tomar suas próprias decisões (SANTOS, 1992). De ordem metodológica, Auler e Delizoicov (2001, p. 127-128) apresentam duas perspectivas da ACT, uma visão reducionista e outra ampliada. A reducionista vai tratar de uma proposta de ensino geralmente reduzido a conceitos, “ignorando a existência de mitos” (neutralidade da Ciência-Tecnologia ou determinismo tecnológico). Já a perspectiva ampliada, por sua vez, pode “contribuir para a superação de mitos, particularmente no processo de formação dos professores, a perspectiva problematizadora e dialógica permite estruturar um trabalho pedagógico”.

Santos e Mortimer (2002) sinalizam que o objetivo dos currículos CTS brasileiros é preparar os alunos para o exercício pleno da cidadania. E, para que isso seja colocado em prática, deve existir uma perspectiva formativa dos professores que contemple as finalidades da educação no enfoque CTS. Não obstante, já existem pesquisas que destacam a necessidade dessas mudanças no currículo relacionadas à adesão do enfoque CTS na sala de aula, mas ainda não há muitas propostas que apresentam inovações curriculares completas, ou seja, que apresentem nova organização e novos entendimentos sobre a abordagem CTS.

É extremamente salutar reconhecer que os avanços no Brasil, no campo do ensino de Ciências, com base no movimento CTS, destacam sempre as necessidades de redimensionamento com relação aos currículos educacionais, para que sejam capazes de trazer contribuições plausíveis ao processo de formação cidadã. Esses currículos devem levar em consideração os problemas relacionados às desigualdades sociais extremas, haja vista que “Discutir modelos de currículos de CTS significa, portanto, discutir concepções de cidadania, modelo de sociedade, de desenvolvimento tecnológico, sempre tendo em vista a situação socioeconômica e os aspectos culturais do nosso país” (SANTOS; MORTIMER, 2002).

2.3 O Pensamento Crítico

Compreende-se então que o ensino de Ciências proporciona a formação de indivíduos cientificamente alfabetizados, capazes de desenvolver habilidades como ouvir, analisar, argumentar e questionar, na busca por solucionar questões do dia a dia, tornando-se, assim, indivíduos capazes de ter posturas cruciais perante a sociedade.

Para tanto, esses indivíduos precisam saber lidar com inúmeras informações que circulam diariamente para que possam ter posições frente às situações diárias, ou seja, devem estar capacitados com senso crítico o bastante para terem um ponto de vista pautado em suas capacidades de solução de problemas, sejam eles sociais, políticos e/ou econômicos. Ao se falar em desenvolvimento da criticidade das pessoas, isso significa, também, que é possível que exista uma ideia formada de pensamento autônomo e eficaz com relação ao uso do juízo crítico, como bem salienta Tenreiro-Vieira (2004, p. 2):

Afirma-se ainda necessidade de promover as capacidades de pensamento dos alunos, no contexto da educação em ciência, pois vive-se num mundo onde, cada vez mais, os cidadãos são chamados a intervir e tomar posição sobre questões públicas, nomeadamente, sobre as implicações sociais da ciência e da tecnologia. Efetivamente, todos serão elementos integrantes de uma sociedade e, enquanto cidadãos, tornam-se responsáveis pelos riscos e benefícios do conhecimento, dos produtos e dos sistemas científicos e tecnológicos.

Um sujeito crítico tem a capacidade de considerar, debater problemas com inteligência e prudência, sem aceitar automaticamente os julgamentos ou as opiniões dos outros. Diante desse contexto, é crucial explorar o conceito de Pensamento Crítico, pois tal ideia presume concepções diversas, dadas por inúmeras e diferentes formas. A literatura internacional, a destacar mais especificamente os trabalhos portugueses, vem apresentando algumas clarificações sobre o pensamento crítico, por exemplo as diversas obras de Tenreiro-Vieira e Vieira (2000).

Percebe-se que o pensamento crítico não deve ser objeto de preocupação somente de uma ou outra disciplina, mas um objeto comum a todas as disciplinas que fazem parte da estrutura curricular da educação básica, pois cabe a todas as áreas do conhecimento promovê-lo, como bem salienta Tenreiro-Vieira (2004).

Nesse sentido, é necessário conhecer os significados apresentados de pensamento crítico, tratando desse tema enquanto construção teórica, Pensamento Crítico (PC). Halpern e colaboradores (1996) definem que o Pensamento Crítico pode ser tratado como o uso de capacidades cognitivas no sentido de se obter os resultados desejáveis, numa busca intencional e racional de habilidades de resolução de problemas que exigem tomadas de decisão.

Em um estudo dos estudiosos do PC, Tenreiro-Vieira e Vieira (2000) destacam as definições de Swartz e Perkins (1990), Beyer (1988) e Presseisen (1987) como sendo bem próximas daquela que defendem sobre o Pensamento Crítico. E nelas é argumentado que suas

definições se alinham às do PC no que se refere à análise e à avaliação crítica com racionalidade. Ou seja, para eles, o indivíduo deve pensar criticamente a partir do momento em que consegue ampliar suas habilidades em relação a avaliar situações rotineiras, buscando respostas para problemas, sejam eles de cunho social, político ou até mesmo econômico, e, acima de tudo, deve ser capaz de usar a razão.

Os pesquisadores portugueses Vieira e Tenreiro-Vieira (2005) apresentam um estudo do Pensamento Crítico na perspectiva de Ennis, que entende o PC como “uma forma de pensamento racional, reflexivo, focado no decidir em que acreditar ou o que fazer” (1985, p. 46). Trata-se, nesse contexto, de um pensamento realizado por meio de uma reflexão para uma ação, o que ocorre dentro de um contexto que requer a solução de um problema que muitas vezes promove a interação entre pessoas.

Nessa perspectiva, Tenreiro-Vieira e Vieira (2003) explicam sobre a necessidade do Pensamento Crítico no contexto da educação e do ensino de ciências, mostrando que, para isso, é necessária uma mudança nos currículos e nas práticas educacionais. A CTS (defendida neste trabalho), por exemplo, é uma das diversas abordagens que se destacam por ter um forte potencial na promoção das Capacidades do Pensamento Crítico (VIEIRA, 2003).

Trazendo essas reflexões para o ensino de Ciências, pensando no desenvolvimento de abordagens que visem ao pensamento crítico em sala de aula, pode-se argumentar que é extremamente importante o papel do professor, pois esse personagem pode fornecer os direcionamentos necessários para as atividades realizadas, como afirma Silva (2003):

O professor é o elemento que orientará as dinâmicas em sala de aula, promovendo leituras intertextuais, reflexões e discussões, a fim de que os alunos, mediante o exercício de observação, comparação, classificação e interpretação, possam estabelecer julgamentos pautados em critérios.

O Pensamento Crítico vem sendo confirmado no Brasil em múltiplos documentos educacionais da Educação Básica, sobretudo para o Ensino Médio. Como exemplo disso, há a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), notadamente no artigo 35, incisos III e IV:

O aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico [...]. A compreensão dos fundamentos científico-tecnológico dos processos produtivos,

relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina (BRASIL, 1996, p. 15).

Para que se obtenham resultados eficazes em sala de aula (o aluno como um pensador crítico), é preciso que o professor tenha isso como seus objetivos, ou seja, é importante que o professor esteja atento para aspectos ligados ao desenvolvimento do PC. Vale ressaltar que, para os professores realizarem tais demandas, são necessárias mudanças, sendo que elas não acontecem de um momento para outro, assim como o aperfeiçoamento do PC dos alunos. É preciso também observar o seguinte:

Uma razão explicativa para as práticas docentes actuais radica, grandemente, no facto de os professores, designadamente os de ciências, não estarem, de todo, preparados para abraçarem com êxito a tarefa de desenvolver o pensamento crítico dos alunos. Como ressalta Hirose (1992), agarrar o papel de desenvolver o pensamento crítico dos estudantes impõe mudanças nas práticas de ensino; porém, para as desencadear e propiciar os reajustamentos necessários, é forçoso que os docentes sejam despertados e recebam formação apropriada para o fazerem (TENREIRO-VIEIRA, 2004, p. 231).

Para que existam estudantes com pensamento crítico, é necessário existir formadores com a mesma natureza. Por isso, é importante, entre outras coisas, a inclusão de estratégias que contribuam para que os educadores possam desenvolver atividades e materiais didáticos pautadas nas capacidades do Pensamento Crítico no processo formativo. Observa-se, além disso, que:

A construção de materiais didáticos vem sendo defendida como uma alternativa eficaz na formação continuada de professores do ensino de Ciências. Essa prática pode contribuir para uma aproximação do discurso do professor da sua prática cotidiana. As ações com os professores podem se der nas discussões desencadeadas na construção e reconstrução de materiais didáticos (MAZZEU, 1998, apud SILVA, 2007, p. 42).

O professor crítico e atuante em sala de aula exige que se preparem suas atividades com a intenção de desenvolver disposições e capacidades do PC. Para Tenreiro-Vieira (1994), defende-se um olhar sobre estratégias que permitam uma infusão das Capacidades de Pensamento Crítico nos conteúdos de Ciências.

Lemos (2014, p. 29) cita em seu estudo alguns autores como Tenreiro-Vieira (2005), que, em seu trabalho, fala da importância de se desenvolverem as capacidades, sendo que, para

isso, é necessário ter uma abertura, de maneira que se possam “usar as suas próprias capacidades para pensar de forma crítica, entre outras”.

2.4 Disposições e Capacidades do Pensamento Crítico

Aqui se apresenta um conjunto de disposições que permitem atender a capacidades do Pensamento Crítico. Tenreiro-Vieira e Vieira (2000), fundamentados em R. Ennis, apontam que o PC não se restringe apenas a capacidades, mas se expande também para atitudes ou tendências, ou seja, não se desenvolvem capacidades independentes das disposições.

Para esses autores, as disposições podem ser: (a) procurar um enunciado claro da questão ou tese – é necessário que as pessoas busquem conceitos bem expostos e que tenham clareza das questões que estão sendo debatidas; (b) procurar razões, falar os motivos que levaram a trabalhar com CTS e pensamento crítico; (c) tentar estar bem informado – é necessário que os indivíduos estejam sempre bem informados de tudo o que ocorrer na sociedade; (d) utilizar e mencionar fontes credíveis quando se vai comentar sobre qualquer assunto e trabalhar com ele – é importante usar fontes que sejam confiáveis, para não se equivocar no que está sendo dito; (e) tomar em consideração a situação na sua globalidade – é essencial que seja considerada a situação no seu conjunto, observando-se todos os fatores; (f) tentar não se desviar do cerne da questão – não se pode desvincular muito da parte central do assunto que está sendo discutido, para que não perca o foco; (g) ter em mente a preocupação original e/ou básica – o indivíduo tem de sempre estar ciente do foco original de sua pesquisa; (h) procurar alternativas – é essencial procurar soluções para resolver algum tipo de problema; Ter abertura de espírito; Tomar uma posição (e modificá-la) sempre que a evidência e as razões sejam suficientes para fazer; Procurar tanta precisão quanto o assunto o permitir; Lidar de forma ordenada com as partes de um todo complexo; Usar as suas próprias capacidades para pensar de forma crítica; Ser sensível aos sentimentos, níveis de conhecimento e grau de elaboração dos outros (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2000).

Esse conjunto de disposições, formado por atitudes que o indivíduo pode expressar, permite o desenvolvimento de capacidades do PC, por isso é necessário que o professor se atente para esse conjunto de disposições. Caso contrário, é correto afirmar que sem atitudes e motivações não há desenvolvimento de capacidades.

Além disso, o indivíduo crítico pode desenvolver capacidades de pensamentos classificadas em cinco áreas, como destacam os autores Tenreiro-Vieira e Vieira (2000), sendo elas: Clarificação elementar; Suporte básico; Inferência; Clarificação elaborada; Estratégias e Táticas.

Posteriormente, classificam as respectivas capacidades, um total de doze, a saber: Focar uma questão; Analisar Argumentos; Fazer e responder a questões de clarificação e desafio; Avaliar a credibilidade de uma fonte; Fazer e avaliar observações; Fazer e avaliar deduções; Fazer e avaliar induções; Fazer e avaliar juízos de valor; Definir termos e avaliar deduções; Identificar assunções; Decidir sobre uma ação; Interatuar com os outros (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2000).

O quadro 01, a seguir, apresenta as áreas de acordo com suas respectivas capacidades do PC.

Quadro 01: Áreas/capacidades do pensamento crítico, segundo Tenreiro-Vieira e Vieira (2000).

ÁREAS	CAPACIDADES DO PENSAMENTO CRÍTICO
1. Clarificação elementar	Focar uma questão
	Analisar argumentos
	Fazer e responder a questão de clarificação e desafio.
2. Suporte básico	Avaliar a credibilidade de uma fonte
	Fazer e avaliar observações
3. Inferência	Fazer e avaliar deduções
	Fazer e avaliar induções
	Fazer e avaliar juízo de valor
4. Clarificação elaborada	Definir termos
	Estratégia de definição
5. Estratégias e Táticas	Decidir sobre uma ação
	Interagir com os outros

Fonte: Capacidades de Pensamento crítico de Ennis (1985).

2.5 Possíveis aproximações do CTS e do PC

De modo geral, existem trabalhos que alinham abordagem CTS com as capacidades de PC, a destacar como primeira aproximação os objetivos de formar o cidadão crítico diante da sociedade em que vive, possibilitando a ele a tomada de decisão, a intervenção cotidiana e a

participação nas decisões políticas, sociais e econômicas, como Tenreiro-Vieira (2006), que em seus trabalhos mostra a importância de que o professor utilize de forma intencionada a abordagem e aproximação da CTS e pensamento crítico.

Um dos poucos pesquisadores sobre essa temática, Freire (2007) propõe essa aproximação como alternativa para a formação do aluno, uma vez que entende que:

A Química não é somente como um fragmento do conhecimento humano, mas como uma conexão com toda a aprendizagem que um cidadão deve construir em sua vida acredita serem válidas ações desta natureza. Embora o ideal seja que todo o ensino fosse trabalhado sob essa perspectiva, as contribuições individuais têm sua importância reconhecida (FREIRE, 2007, p. 13).

A autora cita ainda que uma solução para essa problemática é a utilização da CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade) no ensino de Química para dessa maneira promover uma mudança de ênfase e contribuir na formação do aluno. Ademais, é necessário que a escola e os docentes levem seus estudantes a pensar criticamente, “principalmente em relação as questões que envolvem Ciência e Tecnologia”. A autora complementa dizendo:

Outro fator importante, que considero como um pressuposto pessoal (apesar de já existirem alguns pesquisadores que apontam para isso), é que um enfoque educacional CTS requer muito mais do que trabalhar com temas e assuntos científicos e tecnológicos socialmente relevantes. Requer, igualmente, desenvolver o pensamento crítico com os alunos, de modo a auxiliá-los a desmitificar muitas situações que envolvem Ciência e Tecnologia, observar os fatos cotidianos sob diferentes pontos de vista, sem render-se ingenuamente às modas pré-fabricadas de pensamento, aos jargões e chavões de opinião coletiva, aos modismos e ao consumo sem reflexão e crítica (FREIRE, 2007, p. 13-14).

Freire (2007) sugere que os discentes que ingressaram no Ensino Médio devem passar por situações pedagógicas em que os termos Ciência, Tecnologia e Sociedade sejam discutidos, bem como as relações imbricadas neles. Além disso,

Outro ponto é o docente abordar alguns temas durante as aulas de Química, sempre orientado pelo Pensamento Crítico, verificando se essa abordagem didática permite o desenvolvimento do PC no estudante em relações às questões sociais que envolvem Ciência e Tecnologia (FREIRE, 2017, p. 18).

Em seu trabalho, Freire (2007) afirma que, para o aluno desenvolver um pensamento crítico, é necessário que ele tenha uma consciência crítica sobre as Ciências e Tecnologia.

Complementarmente, a autora expõe que a “consciência crítica da Ciência e Tecnologia tende diminuir a brecha entre o pensar e o agir” (FREIRE, 2007, p. 55), por isso entende-se que será possível alcançar a criticidade quando se tem uma educação que faça o aluno pensar e ter consciência de seu papel na sociedade e do social, “no que se diz respeito à gestão e ao seu entendimento da Ciência e Tecnologia. Desse modo uma atitude crítica, possível somente quando existe um pensamento crítico” (FREIRE, 2007, p. 55).

Magalhaes e Tenreiro-Vieira (2006) tratam da perspectiva CTS com enfoque no pensamento crítico, ressaltando que, para os docentes trabalharem com CTS, é necessário que tenham uma boa formação, pois dessa maneira eles saberão qual o caminho certo a percorrer, isso porque muitos professores não têm muita informação e são alienados. Assim sendo,

Atendendo aos propósitos do programa de formação e em conjugação com a revisão de literatura efectuada, em particular os estudos realizados por Tenreiro-Vieira (1999) e Vieira (2003), entendeu-se que o programa deveria assentar em três vertentes de formação, concretamente: (1) levantamento de concepções sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade; (2) formação didáctica sobre orientação CTS e pensamento crítico e (3) construção de materiais didácticos CTS/PC (MAGALHAES; TENREIRO-VIEIRA, 2006, p. 91).

Nesse contexto, listam-se alguns objetivos educacionais baseados em ideias de autores que falam sobre a abordagem CTS, as quais se tornam importantes para descrever as possíveis relações com a taxonomia do PC:

- ✚ A abordagem CTS consiste no desenvolvimento de valores e na tomada de decisão (SANTOS; MORTIMER, 2002).
- ✚ Permite também a inserção de discussões com diversas referências (SANTOS, 2002).
- ✚ Estimula os indivíduos a terem interesses coletivos, como os de solidariedade, de fraternidade, de consciência do compromisso social, de reciprocidade, de respeito ao próximo e de generosidade (SANTOS; MORTIMER, 2002).
- ✚ Prepara o alunado para enfrentar um mundo cada vez mais tecnológico e a atuar, com responsabilidade, frente a questões problemáticas da ciência e da tecnologia relacionadas à sociedade (SILVA, 2007).
- ✚ Permite entender e ler o mundo e envolve um processo de construção de conhecimentos relacionados com a prática social (RAMOS, 2010).

Observa-se que tais objetivos CTS se aproximam das capacidades de PC, uma vez que suas ideias é promover uma formação crítica, então se pode dizer que esses indivíduos formados nessa vertente podem apresentar mobilização das capacidades de pensamento.

Exemplo disso é quando se tomam decisões racionais sobre questões sociais que envolvem a Ciência e a Tecnologia: o uso de capacidades de pensamento crítico é fundamental para desenvolver capacidades que abrangem a área de clarificação elementar, pois é preciso focar em uma questão ou até mesmo analisar argumentos para que possa se posicionar. Quando se tem interesses coletivos, por sua vez, subentende-se que se desenvolvem capacidades da área de estratégias e táticas, assim como se fala em decidir sobre alguma ação ou até mesmo em interagir com os outros.

De modo geral, alinhando as ideias CTS com as capacidades de PC, poderá se tornar real a ação transformadora do cidadão na sociedade em que vive, pois, em suas práticas educacionais, ele tem a finalidade de incorporar interesses intencionais a ações, na desenvoltura de um indivíduo que tenha um diálogo racional sobre questões políticas, éticas, econômicas, culturais que envolvem a compreensão do mundo, de modo que se desenvolvam valores; tome decisões; tenha interesses coletivos e atue na sociedade com responsabilidade. Como foi ressaltado neste texto, o enfoque CTS na educação visa a promover exatamente isso, a tomada de consciência e a ação transformadora sobre questões sociais, envolvendo Ciência e Tecnologia.

O pensamento crítico pode ser caracterizado por ser “uma forma de pensamento intencional, na qual o pensador procura estabelecer e orientar o seu pensamento com base em normas de cariz intelectual”, que tem de ser claro e relevante (LEMOS, 2014, p. 28). Além disso, diz que:

Também Halpern (1996 *cit* Tenreiro-Vieira e Vieira, 2000) considera o pensamento crítico como um tipo de pensamento intencional, racional e mediado por um objetivo. Para esta autora o pensamento crítico assenta na avaliação e na mobilização de capacidades cognitivas a fim de se alcançar os objetivos pretendidos. Halpern exemplifica que ao avaliar-se um ponto de vista ou uma decisão a tomar se está a pensar de forma crítica, pois nesse momento está a avaliar-se se as decisões devem ser aceites ou rejeitadas (LEMOS, 2014, p. 29).

Em seus estudos, Magalhaes e Tenreiro-Vieira (2006) analisaram que muitos professores não utilizam a CTS e o Pensamento Crítico de maneira intencional, ou seja, que as aulas na grande maioria das vezes ainda são consideradas “positivistas”, nas quais o conceito é

levado mais em consideração, não estando relacionado com as questões sociais e o pensamento crítico. Por isso que foi de suma importância o programa de formação docente, que pode contemplar a intencionalidade de se utilizarem a CTS e o PC como recursos a serem trabalhados em sala de aula.

Ao fim do programa de formação, foi observado que os professores tinham disposição de trabalhar com a intencionalidade da CTS e do pensamento crítico. Sendo assim, os docentes passaram a utilizar uma “maior diversidade de atividades/estratégias que envolva os alunos ativamente na sua aprendizagem”, e, para isso, pôde-se utilizar alguns recursos como “atividades experimentais, exploração de notícias de jornais, pesquisas de informações em fontes diversificadas e questionamento no desenvolvimento crítico” (MAGALHAES; TENREIRO-VIEIRA, 2006, p. 101). Segundo os mesmos autores,

passaram, igualmente, a utilizar, em sala de aula, actividades que promovem intencionalmente o pensamento crítico, já construídas por outros autores, e implementaram, por livre iniciativa, alguns dos materiais didácticos CTS/PC construídos na formação. A este respeito disseram: *"[a formação foi importante por] ter incentivado e despoletado a aplicação dos materiais elaborados, uma vez que, se não fosse este programa de formação penso que não o faria tão proximamente"* (2006, p. 101).

Diante do exposto, entende-se que é importante que o professor construa seus materiais didáticos com a intenção de promover a CTS e o Pensamento crítico, e nessas didáticas podem ser realizadas questões que explicitem a capacidade de pensar criticamente. Além do mais, o docente em suas aulas pode pedir para que os alunos em determinados assuntos citem as diferenças e semelhanças, dando exemplos, justificando o porquê e indicando por qual motivo chegaram a essa conclusão.

3 METODOLOGIA E SUAS FUNDAMENTAÇÕES

Apresentam-se, nesta seção, o delineamento metodológico da pesquisa e suas particularidades. Vale ressaltar que todo procedimento segue o objetivo de responder à seguinte questão, a qual norteia as investigações: Quais capacidades de Pensamento Crítico são evidenciadas em estudantes ao passarem por aplicações de SEA pautadas na abordagem CTS pertencentes ao contexto brasileiro?

Esta pesquisa é considerada descritiva-interpretativa, e seu foco é interpretar os dados com a intenção de classificar e contextualizar a informação e talvez teorizar sobre o fenômeno, trazendo, posteriormente, características da pesquisa qualitativa em função de apresentar análises com caráter de investigação científica, com algum grau mínimo de subjetividade, sobretudo quando se volta o olhar para a SEA/CTS. Essa modalidade de pesquisa possibilita mais efetivamente entender os fenômenos estudados. Nesse sentido, trazer elementos procedimentais da análise quantitativa pode fornecer robustez à obtenção de resultados fidedignos sobre os indivíduos ou até mesmo sobre suas ações. Assim, é formidável que o pesquisador dê atenção ao “maior número possível de elementos presentes na situação estudada, pois um aspecto supostamente trivial pode ser essencial para a melhor compreensão do problema que está sendo estudado” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 12).

O Projeto de Pesquisa desta dissertação levou em consideração o contexto formativo do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), o qual ancora suas ações na produção e aplicação de materiais didáticos – na forma de Sequências de Ensino Aprendizagem (SEA) – pautados na abordagem CTS. Trata-se de um grupo de graduandos de Licenciatura em Química da UFS (Universidade Federal de Sergipe) que produz SEA e as leva para a Escola Básica. Esses licenciandos possuem algumas atribuições dentro do PIBID, como dedicar 08 (oito) horas semanais às atividades do projeto, sendo essas, basicamente, elaboração/aplicação de material didático e divulgação científica em espaços formais ou informais.

Desse modo, a produção de SEA contribui para o processo formativo do licenciando, uma vez que eles realizam discussões e reflexões sobre as dimensões teóricas e práticas da carreira docente. Os encontros em grupo acontecem quinzenalmente, momento em que se discute desde a importância de terem contato com a sala de aula nas suas formações iniciais, assim como a realidade escolar, suas preocupações, necessidades formativas, etc.

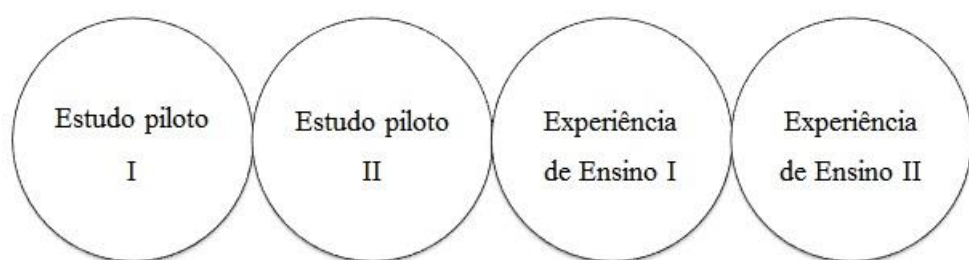
3.1 Da Produção das SEA

O referencial teórico que subsidia a produção de materiais didáticos, adotado no processo formativo PIBID em questão, as SEA, do inglês “Teaching-Learning Sequences” (TLS), trata-se de uma sequência de aulas visando a uma compreensão do conteúdo científico de modo contextualizado (MÉHEUT; PSILLOS, 2004). De acordo com sua concepção, a abordagem desse tipo de material didático pode auxiliar o aluno na compreensão do conhecimento científico, tendo essa perspectiva interligada a duas dimensões: a epistemológica, que trata da relação entre o conhecimento científico e o cotidiano do aluno; e a pedagógica, que leva em consideração a relação professor-aluno no processo de ensino-aprendizagem.

As SEA na perspectiva de CTS desenvolvidas no processo formativo do PIBID ancoram-se nos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), que são: Problematização Inicial, que tem por finalidade nortear o aluno, oferecendo a ele uma apresentação de suas ideias iniciais sobre os conceitos e a temática abordada no decorrer da SEA; Organização do Conhecimento, que envolve a realização de atividades em classe, possibilitando a inserção do conhecimento científico requerido de maneira a permitir que o aluno venha a compreendê-lo; e Aplicação do conhecimento, que busca instigar os alunos a relacionarem o conhecimento trabalhado no decorrer da SEA, em outros contextos.

Esses materiais didáticos sofrem um processo de validação para que sejam identificados os problemas e dificuldades, tendo como objetivo trazer melhorias para as atividades com vistas a promover maior eficácia na sua aplicação em sala de aula. O esquema que representa as etapas de elaboração/validação de SEA está exposto a seguir, na figura 02.

Figura 02: Processo de validação.



Fonte: Elaboração da autora.

Esse processo de validação segue o modelo de Nurkka (2008), apresentado na figura 2, que expõe quatro etapas: Estudo Piloto I, em que o pesquisador elabora a SEA e, posteriormente, a aplica; Estudo Piloto II, uma etapa de reformulação com base nas reflexões baseadas na primeira etapa; Experiência de Ensino I, aqui a SEA passa por mais um processo de reformulação e, posteriormente, é aplicada por um professor que não esteja contido no contexto da pesquisa; e Experiência de Ensino II, quando a SEA é reformulada perante a visão da necessidade do professor da etapa anterior, e, por fim, é aplicada por um segundo professor, também não vinculado à pesquisa.

No contexto desta Pesquisa, dois desses materiais foram selecionados para o estudo, por apresentarem natureza CTS em sua estrutura, em que os conteúdos presentes nelas atuam como “[...] meios para a compreensão de temas socialmente relevantes” (AULER; DELIZOICOV, 2001, p. 6). Para esta abordagem ampliada, é necessário que o ensino de conceitos esteja ligado à problematização, contribuindo para uma percepção crítica da realidade, por meio da compreensão entre as interações CTS. Assim, as SEA tratam de um conjunto de aulas (entre 08 a 10), em que são contempladas diversas atividades interdisciplinares, nas quais se desenvolvem algumas habilidades (sendo elas ligadas ao cognitivo do aluno) e competências dos alunos, podendo-se com isso traçar uma relação entre o mundo científico e o material.

A SEA que trata dos conteúdos da Eletroquímica apresenta diversos conceitos, os quais se fazem necessários para a melhoria e compreensão dos respectivos conteúdos: reações de oxidação e redução; número de oxidação (NOX); potencial de redução; pilhas e baterias; eletrólise ígnea e aquosa, entre outros. Já a outra SEA tem como título, por sua vez, “Combustíveis e Energia”, e nela se trata de conteúdos de TERMOQUÍMICA, contemplando os conceitos de Calor e Temperatura, processos endotérmicos e exotérmicos, $Q = m.c.\Delta T$ e Teoria do Calórico. O propósito de se trabalhar esses temas é fazer com que a turma aprenda tais conteúdos, de modo a ver a teoria na prática, isto é, como funciona em nossos cotidianos, fazendo com que venha a se familiarizar, de tal modo que os alunos consigam aplicar esses temas em outros contextos e que venham a entender a importância deles socialmente.

As SEA estão fundamentadas nos três momentos pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002):

- ✚ Primeiro momento: “Problematização inicial”, em que vão existir questões e/ou situações reais que os alunos conheçam e que as mesmas estejam envolvidas nos temas. Neste momento, os alunos são convidados a exhibir o que pensam sobre o assunto, para ter como resultado um bom panorama para o professor saber até

onde pode ir e conhecer o que eles sabem. Aqui, os questionamentos das SEA têm a intenção de propiciar interpretações das situações por parte do aluno, e, posteriormente, fazer com o que ele sinta a necessidade de buscar mais conhecimento que ainda não se tem.

- ✚ Segundo momento: Consiste na “Organização do conhecimento”, em que, sob a orientação do professor, os conhecimentos necessários para a compreensão dos temas são explicitados e são lançadas respostas para as perguntas da problematização inicial. Neste momento, são realizadas atividades em grupo, como experimentos investigativos, e se faz a discussão em grupo pequeno e, depois, aberto a debates a todos da sala de aula.
- ✚ Terceiro momento: É nada mais que a “Aplicação do conhecimento”, destinando-se a abordar sistematicamente o conhecimento consolidado pelo aluno, para avaliar/interpretar tanto as situações colocadas no início quanto as colocadas em outros contextos. Vale ressaltar que não necessariamente vão estar diretamente ligadas aos questionamentos da problematização inicial, mas que podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento adquirido durante os outros momentos.

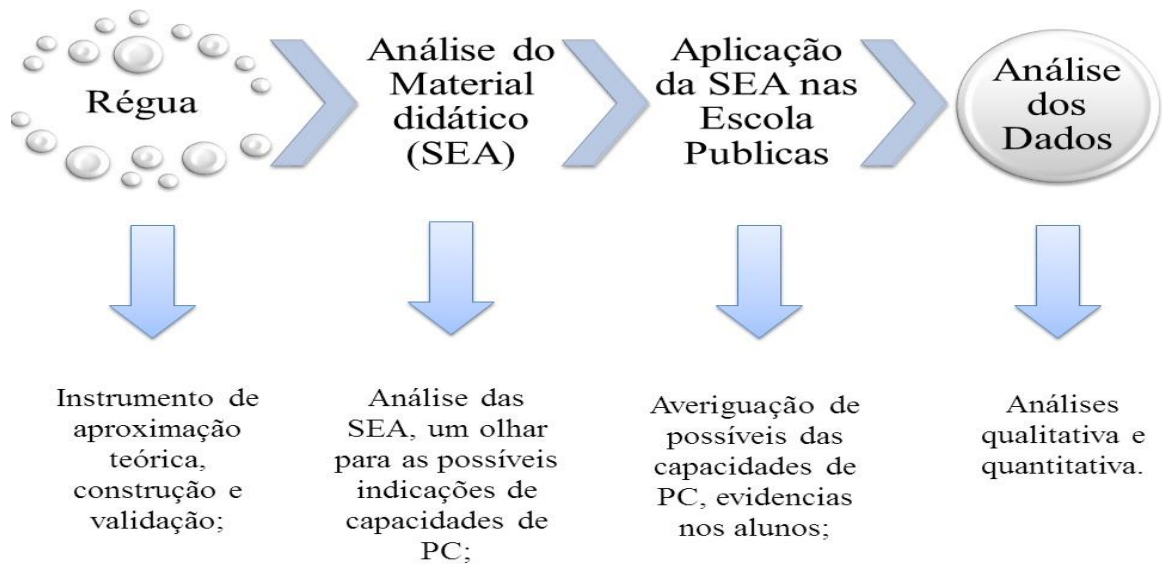
Nesse sentido, ocorreu a elaboração de materiais didáticos, que, de acordo com a classificação sobre as categorias de integração nos currículos, de Aikenhead (2009), configura-se na categoria cinco, qual seja, “Ciências através de conteúdos” (dentre as oito que o mesmo considera uma sequência para obedecer às orientações CTS no ensino de Ciências), a qual encerra que o conteúdo CTS serve como organizador para ensinar os conteúdos de ciências e suas sequências, porém não é ensinado de modo tradicional nos cursos de ciências, mas, sim, são considerados relevantes para se trabalhar alguns acontecimentos/questões do dia a dia.

3.2 Etapas da investigação

A partir da produção da SEA, ocorreram as etapas da pesquisa, desde a coleta de dados até a análise, as quais serão discutidas mais detalhadamente a seguir, que foram: a tessitura das relações teóricas CTS e PC no campo teórico (que ocorreram em dois momentos distintos); a análise do material didático selecionado para o estudo; a aplicação desses materiais didáticos

no contexto da sala de aula por parte das ações do PIBID, e a própria análise dos dados. Esse delineamento é exposto no esquema da figura 03, a seguir.

Figura 03: Etapas da pesquisa.



Fonte: Elaboração da autora.

Em linhas gerais, ocorreu, inicialmente, a construção e validação da régua (instrumento de aproximação), que consistiu em uma tentativa de aproximar os objetivos das tendências de Ensino estudadas com o PC. Sobre a análise do material como relação de quais capacidades apelavam, inicialmente foram feitas leituras com profundidade das SEA e, posteriormente, indicados quantos questionamentos existiam nas atividades; em seguida, foram realizados os apontamentos de qual seria o conjunto de capacidades para o qual esse material didático apelaria. Essa análise focou em investigar o material na perspectiva do PC. Ambas as etapas aconteceram no campo teórico.

Já na etapa de sala de aula, de investigar a intervenção das SEA, os pesquisadores foram fazer suas observações enquanto os alunos do PIBID faziam suas intervenções em sala de aula, houve um mapeamento de informações, para que pudessemos obter os resultados de aprendizagem dos alunos sobre a aplicação das SEA. Por fim, foram computados tanto os resultados quantitativos quanto os qualitativos e se seguiu a suas determinadas análises. Nesse sentido, seguem a seguir as etapas, detalhadamente.

3.3 Sobre o instrumento de aproximação teórico “Régua”

Do ponto de vista teórico, optou-se por estabelecer as relações entre objetivos da abordagem CTS no contexto brasileiro e capacidades do PC. Desse modo, foi construído um instrumento denominado “Régua” (Apêndice A), que objetivou estabelecer uma coerência interna para as aproximações existentes entre o movimento CTS e a taxonomia do PC (conforme apêndice). O instrumento é uma tabela em que aparecem todas as Capacidades defendidas por Tenreiro-Vieira e Vieira (2000) e constam também seus respectivos descritores e, nas colunas à direita, encontram-se as tendências estudadas.

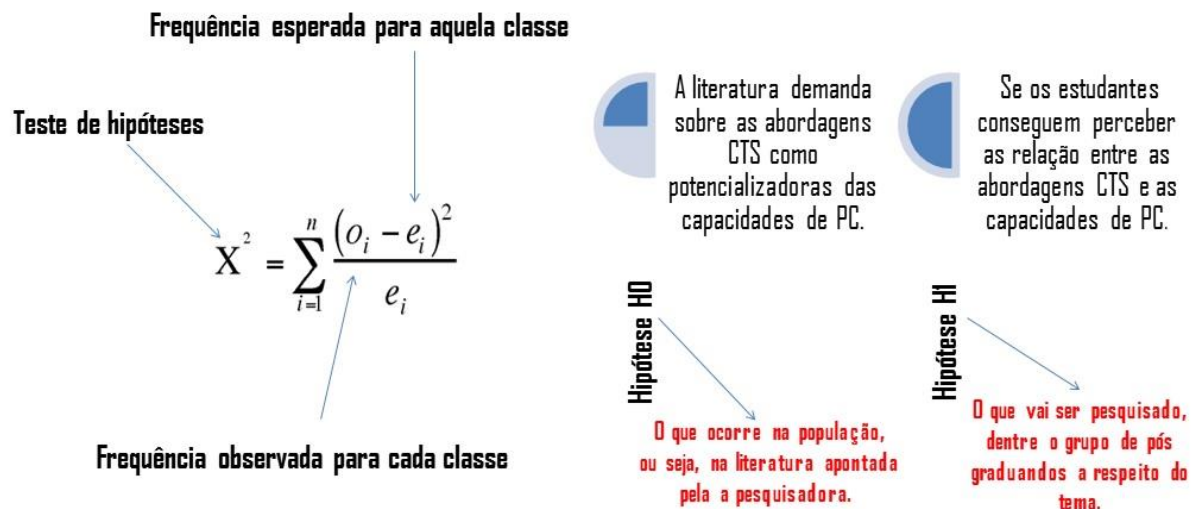
As aproximações CTS e PC foram iniciadas por um levantamento de trabalhos nos principais bancos de dados, por exemplo, Google Acadêmico e SCIELO, que fizessem uso da abordagem CTS em sala de aula e mencionassem a ideia de formar o aluno crítico. Esse estudo foi necessário para se ter conhecimento dos estudos existentes acerca da temática em questão, dando suporte para investigar quais são os objetivos considerados de acordo com a abordagem CTS e observar se essas propostas de ensino CTS são capazes de desenvolver as capacidades de PC.

Para aumentar o grau de coerência nas aproximações realizadas pela pesquisadora, percebeu-se, em uma disciplina de “Tópicos especiais de ensino de química” do PPGCIMA (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática), a possibilidade de estabelecer uma discussão com base no produto obtido no levantamento realizado. A disciplina em questão objetivava discutir Pensamento Crítico e suas relações com a abordagem metodológicas mais utilizadas no ensino de Ciências, como o ensino CTS, a Abordagem Contextual e as Atividades Investigativas. Entretanto, a disciplina tinha como carro-chefe trazer clarificações do que seria a taxonomia do PC e como suas capacidades apelam quando pautadas nas abordagens citadas acima.

Assim, em um momento chave da citada disciplina, após discussões, foi pedido ao grupo de estudantes que eles próprios fizessem aproximações das Capacidades do PC com objetivos da abordagem CTS. Desse modo, ao final dessa atividade, obtiveram-se dois produtos acerca das aproximações PC e CTS, um elaborado pela pesquisadora e outro produzido por estudantes de uma disciplina de pós-graduação que tinha as duas temáticas como objeto de discussão.

Com o intuito de estabelecer apenas um *corpus* de aproximações CTS e PC, foi realizada uma análise estatística, a qual indica o grau de discrepância (confiabilidade) das atribuições feitas pelos estudantes da disciplina e aquela realizada pela pesquisadora. Foi aplicada a análise do Qui-quadrado, que é adequado para variáveis qualitativas, com duas ou mais categorias, para medir o grau de discrepância entre o valor esperado com relação ao resultado calculado. Esse teste permite uma comparação dos valores observados com os valores esperados se não existisse relação entre duas variáveis, ou seja, se a hipótese nula fosse verdadeira (figura 04).

Figura 04: Esquema que indica as simbologias da fórmula do Qui-quadrado e suas respectivas hipóteses a serem testadas.



Fonte: Elaboração da autora com base em Larson e Farber (2010).

Em que: X^2 = Teste de hipóteses; O = frequência observada para cada classe; e = frequência esperada para aquela classe. As frequências observadas foram obtidas diretamente dos dados apontados pelos alunos, enquanto as frequências esperadas são calculadas a partir delas. Vale ressaltar que $(o-e)$ é a diferença entre a frequência observada e a esperada em uma determinada classe.

O resultado desse caminho metodológico permitiu a construção e validação de uma “régua”, produto que permite aproximar no campo teórico os objetivos do ensino CTS freireano com as capacidades do Pensamento Crítico. A régua nos resguarda metodologicamente no

campo teórico, e os resultados serviram como parâmetro para analisar os dados obtidos na aplicação das duas SEA.

3.4 Um olhar para as SEA com relação a possíveis capacidades de PC nas mesmas

Sabendo que os materiais didáticos não foram construídos intencionalmente para apelarem às capacidades do Pensamento Crítico, o que a princípio fragilizaria a pesquisa nesse sentido, foi necessário realizar um movimento para tentar estimar, nas atividades propostas na SEA, quais capacidades poderiam ser potencialmente apelam. Nesse sentido, foi feita uma análise por um painel de especialistas, na qual fizeram indicações de possíveis capacidades existentes em todos os questionamentos propostos nas atividades da SEA.

A SEA “Combustíveis e Energia-Termoquímica” (Anexo B), em seu primeiro momento, qual seja, “Problematização inicial”, possui 07 questionamentos; no segundo momento, “Organização do conhecimento”, possui 10, e, no terceiro, “Aplicação do conhecimento”, possui 06, totalizando assim 23 questões a serem respondidas pelos alunos.

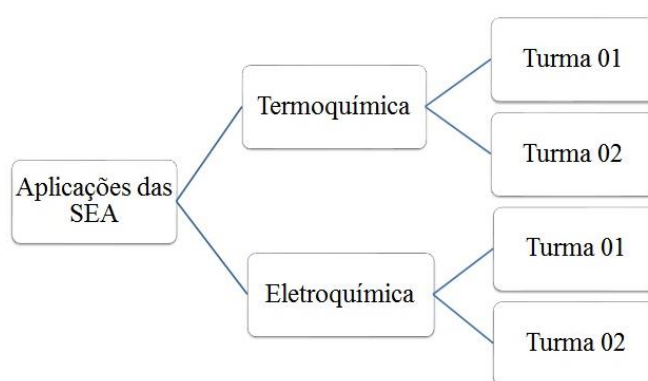
Já a SEA “Água do Mar: Uma proposta para a abordagem de Eletroquímica” (Anexo A) possui, no primeiro momento, “Problematização inicial”, 03 questionamentos; no segundo momento, “Organização do conhecimento”, possui 11, e, no terceiro, “Aplicação do conhecimento”, possui 05, totalizando assim 19 questionamentos. Nesse contexto, cada especialista preencheu duas tabelas para cada respectiva SEA.

O material didático, proposto na forma de sequência didática, está fundamentado nos três momentos pedagógicos, sendo que o primeiro é a “problematização”, o segundo se trata da “organização do conhecimento” e o último, por seu turno, da “aplicação do conhecimento”. Em seguida, os pesquisadores uniram as respostas e identificaram o que tinham de semelhantes, considerando, dessa maneira, apenas as capacidades que correspondem a 100% de concordâncias entre as atribuições. No entanto, conforme foi percebido, o resultado desses dados indicou uma dimensão do PC ao qual esses materiais didáticos pertencem.

3.5 Da aplicação das SEA no contexto desta pesquisa

Após todo esse processo de elaboração e validação das SEA considerando a abordagem CTS, do ponto de vista da pesquisa, buscou-se conhecer as capacidades do Pensamento Crítico potencialmente mobilizadas por estudantes que passaram pelo processo de ensino com os materiais didáticos. Para tal, foram adotados os seguintes procedimentos, conforme a figura:

Figura 05: Esquema de aplicações das SEA.



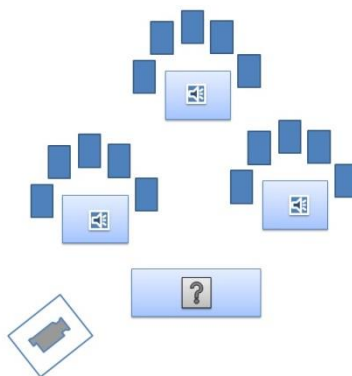
Fonte: Elaboração da autora.

Como explicita a figura 05, ambas as SEA foram aplicadas em duas turmas diferentes. É importante que se apliquem as SEA em mais de uma turma para que diminua a subjetividade da pesquisa, pois, a partir desse processo, é possível minimizar as possíveis variáveis de confusão oriundas de professores, alunos, escola, aplicadores, ou até mesmo da metodologia do colégio, etc. Nesse sentido, atendeu-se a um público da escola de aproximadamente setenta (70) alunos, sendo possível investigar as capacidades potencialmente mobilizadas por meio de suas respostas presentes nas atividades das SEA.

No entanto, a coleta de dados depende de alguns registros, os quais eram feitos por meio de uma câmera digital (posicionada em um local estratégico no canto da sala, para que abrangesse o máximo da imagem dos alunos), gravadores (posicionados em cima de mesas, sempre à frente dos estudantes), uma vez que esse esquema se fez necessário para que fosse possível observar as capacidades e disposições, visto que é na fala e nas atitudes dos discentes que se conseguem detectar as disposições, e os registros escritos, que partiram de questionamentos presentes na SEA (sendo tais registros o foco das análises de capacidades).

Como modo de preservar a integridade dos participantes, os nomes dos alunos não serão apresentados, então foi dada uma codificação para eles. Abaixo, em forma de ilustração, segue o esquema de organização da sala de aula nos dias de aplicação da SEA.

Figura 06: Organização da sala de aula nos dias das aplicações das SEA.



Fonte: Elaboração da autora.

De acordo com o que mostra o esquema da figura 06 acima, as cadeiras da sala eram organizadas de modo que os alunos se juntassem em grupos, pois se acredita que isso facilita a comunicação entre eles e com os outros grupos, garantindo, assim, uma maior participação nas discussões, para que eles venham a expor suas diferentes opiniões, seus conhecimentos, suas experiências.

Os aplicadores das SEA foram alguns graduandos do curso de licenciatura em Química da UFS (Universidade Federal de Sergipe), do sétimo período, vinculados ao projeto PIBID. A fim de caracterizar as ações do PIBID, pode-se dizer que elas têm extrema importância, pois incentivam a prática docente na formação inicial dos alunos, estimulando-os a optarem pela carreira docente; promovem uma ponte entre a universidade e as escolas públicas; estimulam o uso de novas metodologias com caráter inovador, trazendo recursos tecnológicos para o meio escolar; e, por fim, propiciam aos pibidianos experiências que os aproximam da realidade local da escola.

Para caracterizar esses aplicadores, sabe-se que eles já tinham experiência em sala de aula com disciplinas curriculares do curso, tais como os estágios supervisionados em ensino de química I, II e III. O Estágio Supervisionado é uma oportunidade, na formação inicial, de os alunos terem as vivências dentro das interfaces da formação, seja ela teórica ou até mesmo com a vivência profissional, passando pelo campo da teoria-prática em sala de aula. Assim, ao final,

tem-se a intenção de que os alunos tenham conhecimento do saber e do fazer, além de conhecimentos acadêmicos disciplinares e da realidade escolar (SILVA; SCHNETZLER, 2008).

Sendo assim, os licenciandos participam de ações em 05 Escolas públicas do Estado de Sergipe (no agreste Sergipano), que são vinculadas ao PIBID, as SEA construídas e validadas na vertente CTS. As intervenções foram observadas pela professora do Ensino Médio, sendo a intervenção realizada em quatro turmas, entre elas o 2º e 3º anos do Ensino Médio de uma escola pertencente à rede pública estadual e vinculada ao PIBID.

3.6 Obtenção e Análise dos Dados pós-aplicação

Após a aplicação das SEA, os dados computados para análise foram os registros escritos (questionários e textos presentes nas atividades da SEA), registros audiovisuais (através de uma câmera digital posicionada em local estratégico, para que registrasse o máximo de pessoas presentes em sala), gravadores (posicionados entre os grupos, para o caso de haver falha no áudio da câmera) e caderno de campo (para anotar algumas observações em relação a tempo e problemas observados). Para os registros escritos, ainda houve uma análise quantitativa para mapear quantos por cento dos alunos conseguiram responder às atividades e o que as respostas evidenciaram acerca das capacidades de PC em termos quantitativos.

Depois da coleta das falas, houve sua posterior transcrição, seguindo as etapas propostas por Bardin (2011). A Análise de Conteúdo é um método utilizado fortemente nas pesquisas qualitativas, e, como se pode perceber por meio de trabalhos publicados dentro e fora do ensino de ciências, é vastamente aplicada para se analisarem dados de entrevistas e questionários (questões abertas) ou até mesmo discursos, documentos oficiais, textos literários, artigos, etc.

Diante disso, o tratamento dos dados coletados através das falas foi realizado pelo método da Análise de Conteúdo, proposto por Bardin (2011), o qual versa sobre uma pré-análise do material (a escolha dos documentos a serem pesquisados), seguido de sua exploração (que consiste na formulação de hipóteses e/ou objetivos) e, por fim, seu tratamento (etapa em que se elaboram indicadores para tais interpretações), por meio da inferência e interpretação dos dados, os quais podem ser codificados em unidades de registro e categorizados.

A pesquisa aqui apresentada trata de categorias *a priori*, que surgiram a partir do levantamento dos objetivos das tendências de ensino em CTS para com as possíveis aproximações com as capacidades de PC e da análise dos resultados da “Régua”. Nesse sentido, foram consideradas como categorias as cinco áreas do PC (descritas no quadro 01), e cada uma delas compõe um conjunto de capacidades propostas por Tenreiro-Vieira e Vieira (2000). Com efeito, para esta pesquisa, serão consideradas apenas estas categorias:

- ✚ Clarificação elementar, que representa as respostas que remetem às capacidades menos elementares, ou seja, que requerem um baixo nível cognitivo, por serem menos elaboradas; entre elas estão as capacidades 1, 2, 3.
- ✚ Suporte Básico, que representa as respostas que preveem, observam e avaliam as observações ou comparações sobre o tema em questão; entre elas estão as capacidades 4 e 5.
- ✚ Estratégias e Táticas, que representa as respostas que remetem às capacidades mais elaboradas, ou seja, obedecem às capacidades que solicitam um nível cognitivo mais alto, pois demandam uma argumentação mais elaborada/profunda; entre elas estão as áreas de capacidades 11 e 12.
- ✚ E, por último, a categoria não apresenta Mobilização, assim caracterizada por respostas que fugiram ao foco em questão ou que não fizeram sentido.

Ressalte-se que, nesse caso, a organização dos dados de acordo com o processo de categorização ocorreu com o auxílio do *software* de análise WebQDA, que ajudou na organização dos dados para análises qualitativas. Trata-se de uma estratégia para facilitar o trabalho de organização dos registros de falas dos alunos em suas determinadas categorias indicadas pelo autor, além de que o programa organiza cada unidade de registro em sua respectiva categoria.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A discussão dos resultados foi dividida em três subseções: a primeira corresponde às aproximações no campo teórico, junto aos resultados encontrados com o objeto de análise “Régua”, os quais foram analisados e posteriormente passaram por um tratamento estatístico. A segunda trata do mapeamento das capacidades de pensamento crítico potencialmente manifestadas na aplicação das SEA. Por fim, a terceira parte corresponde à coleta de dados obtidos na aplicação da SEA em sala de aula e observa se o material, construído e validado na vertente CTS, mobiliza de fato as capacidades de PC.

4.1 Aproximações das abordagens CTS com o Pensamento Crítico, no campo teórico

Neste trabalho, analisam-se a abordagem CTS no contexto brasileiro, como abordagem de ensino provedora das capacidades de Pensamento Crítico (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2005). Esse pressuposto foi levado em consideração com base nos levantamentos bibliográficos sobre objetivos das abordagens CTS, observando as possíveis aproximações com as capacidades de PC.

A literatura sobre PC apregoa que as capacidades, para serem desenvolvidas em sala de aula, devem partir de materiais que assegurem a evocação delas, ou seja, é preciso que as propostas didáticas sejam elaboradas/aplicadas intencionalmente para manifestá-las nos alunos. Contudo, entende-se que o cunho desta investigação é sugerir, por meio de uma pesquisa, possíveis características do pensamento crítico que a vertente educacional CTS nomeadamente brasileira consegue entender.

Desse modo, como forma de ampliar o debate, esta pesquisa adota a Teoria do Pensamento Crítico como forma de mapear quais são as características do pensamento crítico que a perspectiva CTS, contemplada nas SEA mencionadas, conseguem potencialmente mobilizar no contexto da sala de aula. O levantamento sobre os objetivos das tendências CTS e as Capacidades do PC, no campo teórico, apresentadas por áreas, traz as possíveis aproximações, sendo que as primeiras aproximações são apresentadas no quadro 03, na sequência:

Quadro 02: Possíveis aproximações das tendências CTS para com as áreas/capacidades de PC.

Objetivos do CTS	Áreas do pensamento Crítico
A abordagem CTS consistem no desenvolvimento de valores e na tomada de decisão (SANTOS; MORTIMER, 2002).	Clarificação elementar
Permite entender e ler o mundo e envolve um processo de construção de conhecimentos relacionados com a prática social (RAMOS, 2010).	Suporte básico
Prepara o alunado para enfrentar um mundo cada vez mais tecnológico e a atuar, com responsabilidade , frente a questões problemáticas da ciência e da tecnologia relacionadas à sociedade (SILVA, 2007).	Inferência
As ideias CTS mostram que “É a partir da discussão de temas reais e da tentativa de delinear soluções para os mesmos que os alunos se envolvem de forma significativa e assumem um compromisso social ” (SANTOS; MORTIMER, 2001, p. 103).	Clarificação elaborada
Estimula os indivíduos a terem interesses coletivos, como os de solidariedade, de fraternidade, de consciência do compromisso social , de reciprocidade, de respeito ao próximo e de generosidade (SANTOS; MORTIMER, 2002).	Estratégias e Táticas

Fonte: Elaboração da autora.

Vale ressaltar que, para cada objetivo citado no quadro 02, foi feita uma ligação com algumas capacidades das respectivas áreas, assim:

- ✚ A Clarificação elementar foi associada à capacidade de analisar argumentos, pois, para tomar uma decisão, deve-se olhar criticamente para as situações em volta, para que posteriormente se possa chegar a uma posição.
- ✚ Suporte básico – entende-se que o modo de ler o mundo deve estar associado à capacidade de o sujeito saber avaliar o quanto uma fonte pode ser crível, ou até mesmo fazer/analisar as observações que se faz em volta.
- ✚ Inferência – para essa área, integrou-se a capacidade de fazer juízo de valor, pois se acredita que, para que isso se constitua, o indivíduo tem como base seus valores pessoais, para posteriormente pensar num coletivo.
- ✚ Clarificação elaborada – para essa área, olhou-se para a capacidade de o indivíduo ter a aptidão de criar estratégias de definição, delineando solução para os problemas e trazendo, por fim, significados.

- ✚ Por fim, para a área de Estratégia e Táticas, levou-se em consideração o interesse da coletividade, o que está associado à capacidade de interagir com os outros para chegar a uma tomada de decisão consciente e de interesse de todos.

Nesse sentido, os objetivos do CTS vão de encontro às ideias da taxonomia do PC, pois as ideias que os autores do CTS destacam estão diretamente relacionadas à demanda das práticas sociais e fazem com que os indivíduos se ponham a analisar o que se ouve/lê relacionado a coisas de cunho científico ou até mesmo sobre os conhecimentos de senso comum. Nesse contexto, percebe-se que ambos têm como objetivo que as pessoas tomem decisões conscientes no que diz respeito ao coletivo.

Esse levantamento inicial resultou em um leque de aproximações que serviu de comparação com aquelas realizadas no âmbito da disciplina de pós-graduação mencionada na metodologia. A título de reavivar a memória, os sujeitos participantes da referida disciplina, assim como a pesquisadora, fizeram leituras relacionadas à abordagem CTS e aproximações dos respectivos objetivos dessa abordagem com as capacidades do PC.

As aproximações realizadas pela pesquisadora e pelos pós-graduandos sofreram tratamento pelo teste do Qui-quadrado (validação está que nos resguarda metodologicamente), que serviu como meio de testificar as respostas dos alunos no tocante a se existe discrepância entre as atribuições dos alunos em relação às ideias apresentadas no quadro acima.

Segue o quadro que traz referência às áreas de PC e suas respectivas capacidades e, por fim, os quantitativos utilizados para calcular o Qui-quadrado, de acordo com as atribuições dos alunos – que no total eram 13 pessoas.

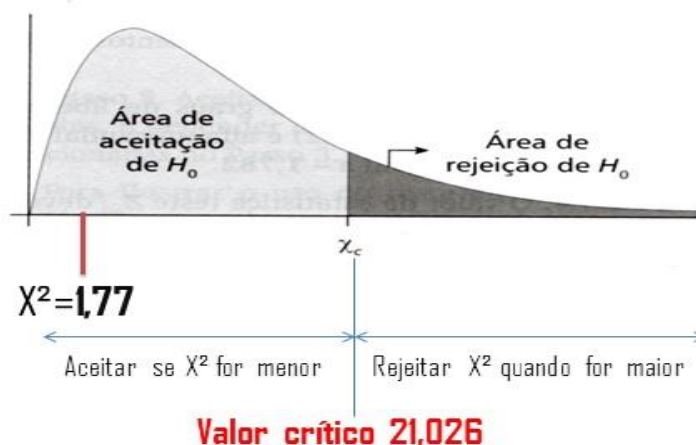
Quadro 03: Atribuições das capacidades de PC para as respectivas dos objetivos da abordagem CTS.

ÁREAS	CAPACIDADES DO PC	QUANTITATIVO DE PESSOAS
1. Clarificação elementar	Focar uma questão	13
	Analisar argumentos	13
	Fazer e responder a questão de clarificação e desafio	13
2. Suporte básico	Avaliar a credibilidade de uma fonte	12
	Fazer e avaliar observações	12
3. Inferência	Fazer e avaliar deduções	11
	Fazer e avaliar induções	12
	Fazer e avaliar juízo de valor	12
4. Clarificação elaborada	Definir termos	11
	Estratégia de definição	13
5. Estratégias e Táticas	Decidir sobre uma ação	12
	Interagir com os outros	11

Fonte: Elaboração da autora.

Em presença dos dados, mediante a aplicação da fórmula do Qui-quadrado, como descrito no método, o valor calculado para X^2 foi de 1,77, para o que se refere aos objetivos da abordagem CTS para com as capacidades de PC. Para atribuir significado a esse valor, é preciso considerar um nível de significância de 0,05, e, para o grau de liberdade, como sendo de 12 (esse valor é definido por $k-1=13-1= 12$, onde k representa a população total). Então o valor crítico para X^2 é de 21,026 (presente na tabela padrão de ajuste de Qui-quadrado).

Diante do valor calculado, apresenta-se o gráfico (adaptado com nossos dados) que destaca os valores citados acima e suas representações, indicando os valores aceitáveis ou não, sendo que, para esta pesquisa, os valores seguem para uma área de aceitação.

Figura 07: Gráfico do Qui-quadrado.

Fonte: Extraído e adaptado de <https://www.emaze.com/@AZOWOZQZ/Teste-da-Mediana>. Acesso em: 07 jun. 2017.

As interpretações desse gráfico da figura 07 mostram que, se comparados os resultados de X^2 em alinhamento com o valor crítico, não há discrepâncias entre os objetivos da literatura consideradas pela autora e a opinião dos alunos da pós-graduação. Os dados indicaram haver fortes indicativos das capacidades do PC, aparecendo um alto grau (que coincide entre 87% a 100%) de ascendência entre as tendências aqui estudadas. Os objetivos do CTS não atenderam a toda a demanda das 12 capacidades de Pensamento Crítico, porém conseguem abranger capacidades dentro da demanda das cinco grandes áreas. Entendemos isso quando nos baseamos em alguns autores que dizem que:

A educação em Ciências deve estar em conformidade com duas finalidades. Uma diz respeito à compreensão das relações entre a Ciência, a Tecnologia e as diferentes esferas da Sociedade e a outra ao uso, pelos alunos, de capacidades de pensamento, nomeadamente de pensamento crítico, na tomada de decisão e na resolução de problemas a nível pessoal, profissional e social (Tenreiro-Vieira, 2000). Visa-se, pois, um ensino das Ciências pautado por uma orientação CTS e promotor do pensamento crítico (MAGALHAES; TENREIRO-VIEIRA, 2006, p. 86).

Logo, com base nas aproximações teóricas feitas nesta pesquisa, pode-se afirmar que a abordagem CTS apelam para um percentual elevado de capacidades de PC, pois, de acordo com os resultados apresentados tanto pelos autores quanto pelas atribuições dos pós-graduandos em relação aos objetivos do CTS, existe um forte indicativo relacionado ao potencial para a mobilização das capacidades do PC.

4.2 Manifestação das capacidades do PC nos materiais didáticos

Então para estas análises destes materiais didáticos (SEA), construídos mediante a tendência da abordagem CTS, buscou-se realizar um levantamento das potencialidades dessas propostas didáticas no que tange às capacidades do Pensamento Crítico, entendendo-se que: “O que importa destacar aqui é o caráter coletivo da iniciativa, que reúne várias pessoas consideradas capazes para o tratamento das questões envolvidas no objetivo da pesquisa, geralmente implicando a análise de tema complexo e controverso”. (PINHEIRO; FARIAS; LIMA, 2013, p. 185).

Para dar robustez à análise no sentido das capacidades de PC, um grupo de pesquisa analisou as questões contidas nas SEA, buscando atribuir a essas possíveis capacidades potencialmente apeladas pelos materiais didáticos. O quadro 05 mostra a junção das atribuições feitas pelos estudiosos.

Quadro 04: Capacidades atribuídas pelos especialistas para cada momento da SEA “Combustíveis e energia-Termoquímica”.

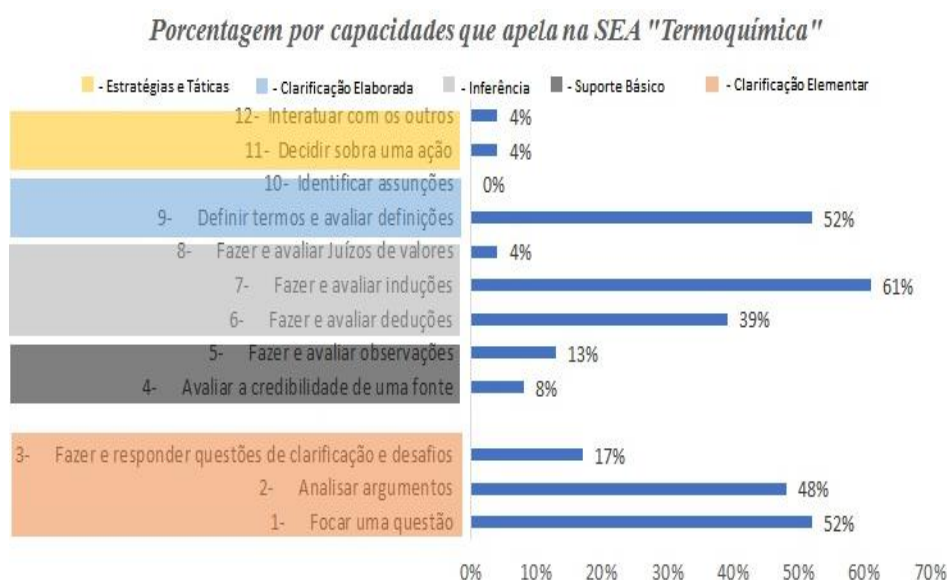
Capacidades que apelam na SEA: Termoquímica	1º momento	2º momento	3º momento
	Número de questões=07	Número de questões=10	Número de questões= 06
	Quantitativo das capacidades que aparecem nos questionamentos		
01	00	07	05
02	06	03	02
03	00	00	04
04	02	00	00
05	00	03	00
06	04	01	04
07	06	04	04
08	00	01	00
09	06	00	06
10	00	00	00
11	00	01	00
12	00	01	00

Fonte: Elaboração da autora.

Os dados apresentados no quadro 05 apresentam o mapeamento das atribuições que se deram em 100% de concordância entre as respostas dos especialistas. Percebe-se a seguinte

projeção conforme o quadro 05: aparecem nessa SEA as capacidades “focar em uma questão”, “analisar argumentos”, “fazer e responder a questão de clarificação e desafio”, “avaliar a credibilidade de uma fonte”, “fazer e avaliar observações”, “fazer e avaliar induções”, “fazer e avaliar deduções”, “fazer e avaliar juízo de valor”, “definir termos” e “definir sobre uma ação”, os mesmos que estão representados na tabela em formato de números, a saber, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, e 12.

Figura 08: Gráfico de atribuições para as capacidades que apelam na SEA que trata dos conteúdos de Termoquímica.



Fonte: Elaboração da autora.

Percebe-se que, quando se pondera acerca dessa SEA, ela manifesta desde as capacidades menos elementares (que exigem um nível cognitivo menor) até as mais elementares (que exigem um nível cognitivo mais alto). Segue o gráfico da figura 08, o qual representa a síntese das capacidades e suas respectivas áreas a que pertencem. Segundo esses especialistas, a SEA assume a responsabilidade de manifestar capacidades em todas as grandes áreas do Pensamento Crítico.

Da mesma forma de construção de tratamento de dados que ocorreu com a SEA Termoquímica, isso se deu com a SEA “Água do mar: Uma proposta para a abordagem de Eletroquímica”. No quadro 06, a seguir, verificam-se as informações.

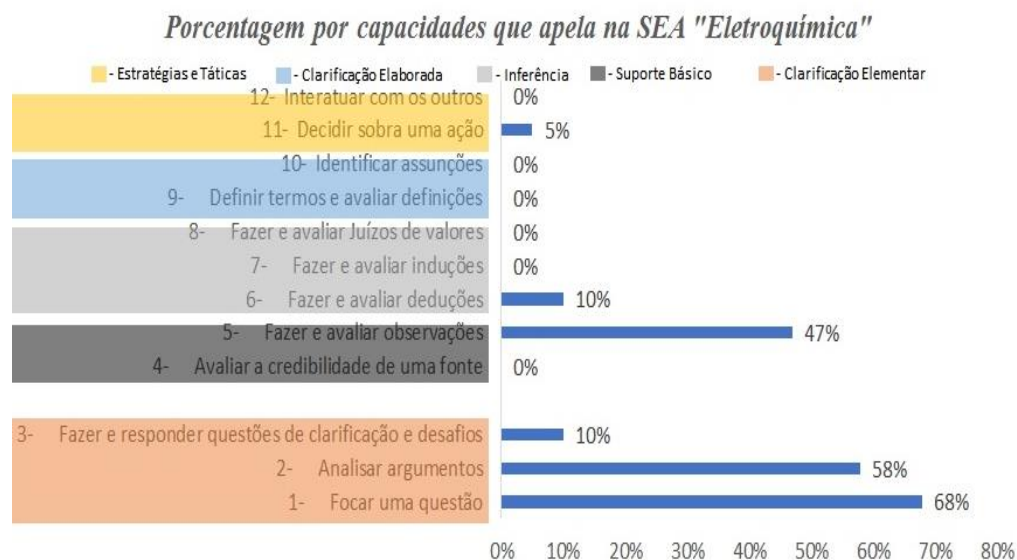
Quadro 05: Capacidades atribuídas pelos especialistas para cada momento da SEA “Água do mar: Uma proposta para a abordagem de Eletroquímica”.

Capacidades que apelam na SEA: Eletroquímica	1º momento (07 questões)	2º momento	3º momento
	Número de questões=07	Número de questões=09	Número de questões=06
	Quantitativo das capacidades que aparecem nos questionamentos		
01	03	06	04
02	02	06	03
03	00	01	01
04	00	00	00
05	00	09	00
06	00	02	00
07	00	00	00
08	00	00	00
09	00	00	00
10	00	00	00
11	00	01	00
12	00	00	00

Fonte: Elaboração da autora.

Tomando como ponto de partida esse quadro, pode-se observar que a SEA em tela se destaca entre as capacidades “focar em uma questão”, “analisar argumentos”, “fazer e responder a questão de clarificação e desafio”, “fazer e avaliar observações” e “definir sobre uma ação”.

Figura 09: Gráfico com as atribuições para a SEA que trata dos conteúdos de Eletroquímica.



Fonte: Elaboração da autora.

O gráfico mostra que as questões presentes nessa SEA estão concentradas em manifestar capacidades em um nível elementar, no qual não se pode cobrar muito dos alunos, uma vez que isso, em geral, não é cobrado. Devido a questões muito fechadas existentes nela.

Entre as SEA analisadas, a que trata dos conteúdos da Termoquímica, segundo os especialistas, apela a um maior percentual das capacidades de PC, recorrendo a capacidades desde um nível cognitivo mais alto ou até mesmo a capacidades que exigem um nível mais elementar. Já a SEA que trata dos conteúdos da Eletroquímica se manteve em um nível que exige apenas respostas em um nível menos elementar.

Os materiais didáticos produzidos atualmente são de extrema importância na inclusão dos temas sociais, para que o ensino tenha um reflexo melhor na aprendizagem dos alunos. Assim, conclui-se essa discussão com a citação de Santos e Mortimer:

Sem uma compreensão do papel social do ensino de ciências, podemos incorrer no erro da simples maquiagem dos currículos atuais com pitadas de aplicação das ciências à sociedade. Ou seja, sem contextualizar a situação atual do sistema educacional brasileiro, das condições de trabalho e de formação do professor, dificilmente poderemos contextualizar os conteúdos científicos na perspectiva de formação da cidadania (2002, p. 127).

4.3 O que os alunos revelam, após a aplicação das SEA pautadas na abordagem CTS em relação as capacidades de PC

Antes de qualquer análise, destacaremos os critérios para distinguir por que as SEA são consideradas pertencentes ao currículo CTS. Primeiramente, nos baseamos nos estudos de Auler (1998), que destaca que devemos de algum modo promover o interesse dos estudantes, principalmente quando vamos: trabalhar com as ciências e suas relações e aplicações tecnológicas em relação aos fenômenos cotidianos; abordar o estudo de fatos reais e aplicações científicas que tenham maior relevância para a sociedade; abordar as aplicações sociais e éticas relacionadas à Ciência e Tecnologia; e por fim compreender a natureza da ciência e do trabalho científico.

Dessa forma, foram elaboradas essas SEA para que os professores de ciências venham a se preocupar em trazer discussões relacionadas ao conhecimento científico e ao processo de desenvolvimento tecnológico dentro de seu contexto social. Além disso, essas SEA carregam uma potencialidade de trazer a ciência e a tecnologia através de CTS, sendo que o foco são as

relações CTS, e os conteúdos de ciências, por sua vez, surgem em decorrência do desenvolvimento do tema.

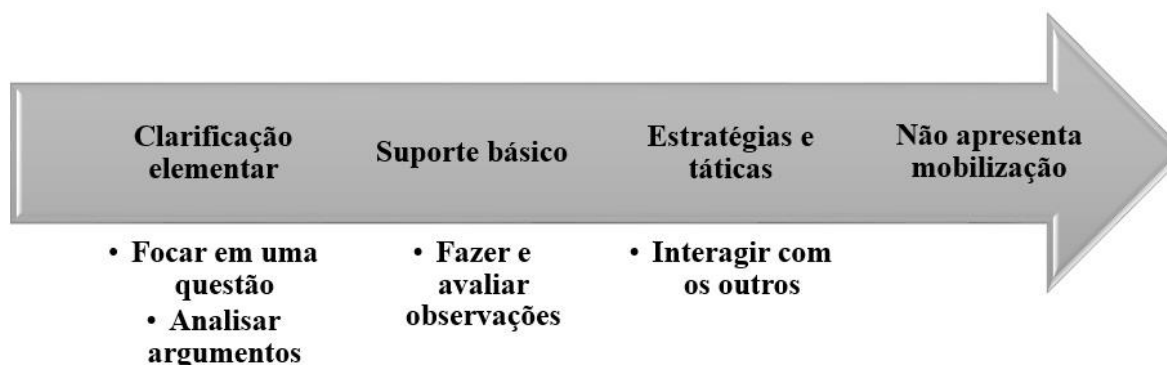
E com relação à aplicação, etapa esta crucial desta pesquisa, é importante frisar que as SEA foram aplicadas por pibidianos e que a participação da pesquisadora se deu na perspectiva de orientar e propiciar ajuda material para dar alguma condição mínima para a realização das aulas, de acordo com as disposições, sem qualquer interferência no momento de aplicação.

Os dados aqui analisados são fruto das atividades contidas nos materiais didáticos (SEA), que, por sua vez, tiveram as respostas (registros escritos) transcritas e analisadas por meio da análise de conteúdo de Bardin (2011), tomando-se como referência as categorias que foram definidas na metodologia.

E o processo de categorização ocorreu fundamentado nas ideias apontadas por Tenreiro-Viera e Vieira (2000), sendo esses estudiosos baseados em Ennis, então as áreas da taxonomia do pensamento crítico foram definidas como as categorias de análise de conteúdo para esta pesquisa, porém foram consideradas apenas aquelas que tiveram falas para serem contempladas, ou seja, dentre as cinco áreas que tínhamos em vista, tivemos falas em três áreas atendidas, por isso mostraremos um conjunto de falas em que os alunos não mobilizaram nenhuma das capacidades, o que se encaixa na categoria “Não apresenta mobilização”.

Foram enquadradas falas nas categorias “Clarificação elementar” e “Suporte Básico”, contemplando-se aí os alunos que, minimamente, realizaram análises de argumentos, fizeram ou avaliaram observações ou até mesmo conseguiram fazer juízo de valor. Na categoria “Estratégias e Táticas”, encaixaram-se os discentes que puderam criar estratégias de definição, decidir sobre uma ação e/ou até mesmo interagir com os outros. Por fim, para os alunos que não apresentarem respostas plausíveis, as capacidades se encaixam na última categoria, qual seja, “Não apresenta mobilização”.

Apresentam-se, no esquema a seguir, as categorias definidas e sua respectiva abrangência de acordo com as áreas do PC encontradas nas falas dos alunos.

Figura 10: Abrangência das categorias de análise.

Fonte: Elaboração da autora.

Destaca-se, inicialmente, que foram observadas ações dos estudantes da escola básica, sendo que grande parte mostrou indicativos de disposições e/ou atitudes em sala de aula, logo, se existirem atitudes por parte dos alunos, por consequência existe um forte indício de que os mesmos manifestam capacidades do PC.

Portanto, destaca-se que as disposições mais percebidas foram: Procurar razões; Tentar estar bem informado e Procurar alternativas. Foi observado que os alunos estavam indagando os aplicadores para que trouxessem informações para poderem tirar suas dúvidas, ou até mesmo procuravam levantar hipóteses, testavam e conversavam entre si para chegar a algumas conclusões. Além disso, quando saíam um pouco das condições normais, logo eles procuravam resolver ou explicar o porquê de não estar ocorrendo de acordo com o planejado, principalmente nas atividades experimentais.

Após a identificação das disposições/atitudes, pode-se então dizer que esses alunos de algum modo desenvolveram capacidades. Nesse sentido, será apresentada uma análise das atividades aplicadas tanto para a SEA de Eletroquímica quanto para a SEA Termoquímica, a qual tem, entre seus objetivos, identificar se os alunos conseguiram captar/entender os conceitos químicos e físicos discutidos no decorrer das aulas e, por fim, saber aplicar esse conhecimento em outros contextos.

Após essa digressão, a discussão será iniciada em função dos dados obtidos nas aplicações das SEA “Água do mar: Uma abordagem de eletroquímica” e “Combustíveis e Energia-Termoquímica”, aplicadas em turmas do 2º e 3º anos do Ensino Médio de um Colégio Estadual do agreste sergipano.

4.3.1 DA SEA “Combustíveis e Energia-Termoquímica”

Para a SEA que trata dos conteúdos da Termoquímica, existia uma dinâmica semanal para as aulas, nas quais os alunos sempre se mantinham em diálogo com os aplicadores, para qualquer dúvida e/ou indagação que quisessem fazer durante as aulas. E, em todo início de aula, eram retomados os assuntos das outras aulas anteriores ou até mesmo eram colocadas dúvidas sobre coisas que surgiram depois.

Normalmente, a dinâmica da turma seguia com grupos compostos por cinco alunos por grupo, porém existiram atividades em que alguns grupos não se fizeram devido ao fato de terem outros compromissos com outra disciplina, entretanto a análise seguiu com apenas os grupos que se fizeram presentes. Para a SEA, foi construída voltando-se unicamente para a vertente CTS. E a análise segue sobre as orientações das capacidades de PC, pautadas nas ideias de Tenreiro-Vieira e Vieira (2000).

Baseados nas categorias definidas pelos autores, é apresentada a seguir a análise das falas dos estudantes. A codificação segue o seguinte raciocínio: A*= Aula; Q= Questão; A= Aluno; G= Grupo. Considere-se que, para essa SEA, os alunos fizeram várias atividades em grupo, porém decidiram responder às perguntas de modo individual. A codificação está descrita por número do aluno que corresponde a tais falas. A coluna da frequência expressa quantas vezes cada capacidade aparece nas respostas dos alunos em toda a SEA, seguida pela coluna das capacidades representativas das falas e, por fim, há as categorias que englobam toda a análise.

Quadro 06: Análise dos alunos/grupos para as categorias em questão.

Descritos	Frequência	Capacidades	Categorias
<p>(A*2Q2A4) <i>A energia gerada tem mais força o vapor empurra o pistão que faz o trem se movimentar</i></p> <p>(A*1Q1A1) <i>É o processo da passagem de energia do meio mais quente para o mais frio.</i></p>	264	1.Focar em uma questão	<i>Clarificação elementar</i>
<p>(A*5Q1A8) <i>O calor é o processo de energia eu sempre vou do ponto mais elevado até o ponto menor, levando isso em consideração é de se observar que o amigo que está em estado frebil perde maior calor para p ambiente já que este possui a temperatura consideravelmente elevada em relação ao ambiente.</i></p> <p>(A*1Q7A14) <i>A sensação de frio ocorre porque o corpo começa a perder muito calor rapidamente a partir do momento em que vasos sanguíneos da pele se dilatam irradiando mais calor para o exterior.</i></p>	87	2.Analisar argumentos	
<p>(A*1Q1A12) <i>Energia</i></p> <p>(A*1Q6A8) <i>Tem mais energia.</i></p>	8	<i>Não tem significado às capacidades de PC.</i>	<i>Não apresentam mobilização</i>

Fonte: Elaboração da autora.

Essa SEA contempla apenas a categoria “***Clarificação elementar***”. Nessa categoria, concentram-se as respostas que compõem a área de Clarificação elementar, na qual se requisitaram capacidades elementares do ponto de vista cognitivo, como focar em uma questão, obtendo, com isso, a identificação ou formulação de uma questão; analisar argumentos, conseguindo procurar semelhanças e diferenças; e fazer e avaliar observações, de maneira a usarem o que foi observado nas aulas.

Esses alunos do Ensino Médio conseguiram expor de modo natural sua opinião e/ou oposição quando estiveram focados em alguma ideia, porém nem sempre ficaram explícitas as ideias apresentadas, uma vez que, na maioria das vezes, fizeram uso de frases incompletas, ou

seja, apenas focaram no assunto, mas de modo superficial. Por outro lado, destaca-se que conseguiram mostrar seus pontos de vista sobre o que havia sido perguntado. A seguir, são apresentadas algumas falas de alunos que seguem essa análise:

A*1Q1A5_ “É a transferência de energia transmitida quando o espaço ou corpo mais frio para o quente”.

A*1Q1A14_ “Sensação produzida exteriormente por contato do corpo com fogo ou com ambiente ou matéria aquecidas”.

A*1Q2A8_ “Pode ser aproveitada na forma de combustão. Sim, qualquer movimento gera energia”.

A*2Q2A4_ A energia gerada tem mais força o vapor empurra o pistão que faz o trem se movimentar.

Para a categoria “*Não apresenta mobilização*”, notou-se que os alunos não apresentaram significados para nenhuma das capacidades de PC, ou seja, não apresentaram em seus escritos nenhum indício de que pudessem trazer significados às capacidades de PC. Nesse contexto, os alunos mostraram ter incertezas, não conseguiram expor sua opinião, nem mesmo de forma superficial, colocando simplesmente frases soltas, sem nexos, assim como foi apresentado na tabela do quadro 06.

Quando se fez o mapeamento de a quais capacidades essa SEA apelava, os especialistas indicaram um leque de capacidades, porém, na prática, essas capacidades não foram manifestadas, melhor dizendo, apenas o foram em uma área de Clarificação elementar. Pode-se dizer que havia problema em um sistema, visto que o aplicador não instigou os alunos a irem mais afundo nas discussões, além de que as questões eram fechadas, limitando os alunos a trazerem mais informações adicionais.

O quadro 08 apresenta resultados obtidos na análise das produções escritas dos alunos, como também identifica o número e suas respectivas percentagens no tocante àqueles que mobilizaram as capacidades de pensamento crítico nas respostas para cada questão, de cada momento implementado na SEA.

Quadro 07: Número e percentagem de alunos que evidenciaram a mobilização de capacidades de pensamento crítico, em cada questão em cada momento da SEA.

Questionamentos da SEA “Combustíveis e Energia-Termoquímica”																							
Total de alunos=30	1 ^a momento							2 ^a momento										3 ^a momento					
Questões	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Capacidades																							
01	20 67%	18 60%	17 57%	18 60%	19 63%	17 57%	19 63%	9 30%	18 60%	19 63%	8 27%	9 30%	0 0%	15 50%	12 40%	13 43%	8 27%	8 27%	0 0%	7 23%	0 0%	0 0%	0 0%
02	8 27%	7 23%	0 0%	6 20%	7 23%	9 30%	9 30%	1 3%	4 13%	3 10%	5 17%	6 20%	0 0%	3 10%	0 0%	0 0%	8 27%	4 13%	0 0%	3 10%	0 0%	0 0%	0 0%

Fonte: Elaboração da autora.

O quadro anterior, baseado no referencial do pensamento crítico (taxonomia de Ennis), corresponde às respostas de trinta alunos e, por consequência, ao número apropriado à porcentagem para aqueles que conseguiram mobilizar as capacidades de PC. Nesse caso da SEA que trata dos conteúdos da Termoquímica, apenas as capacidades 01 e 02 foram manifestadas.

Essa análise foi designada a todos os momentos pedagógicos da SEA, e é possível observar que as questões da área de Clarificação Elementar, a capacidade 01 de focar em uma questão, tem um número de respostas, por parte dos alunos, que correspondeu a 35%, entre as 18/23 questões respondidas pelos estudantes. Do mesmo modo, mostrou-se, para a capacidade 02 de analisar argumentos, um número correspondente a 12% entre as 15/23 questões resolvidas. As interpretações dos alunos não foram muito profundas, mas eram compatíveis ao nível de ensino e experiência de vida que eles têm. Além disso, notou-se que os argumentos dos alunos não eram fundamentados.

Santos e Mortimer (2002) dizem que, para esses alunos, durante o processo do desenvolvimento da argumentação, a ação de dialogar tem um papel crucial, uma vez que o objetivo final é que o aluno consiga expressar o seu ponto de vista e justificá-lo, tomando como base suas opiniões e seu aprendizado.

Para essa SEA, observa-se que existe a presença de muito conteúdo científico, então muitas das vezes os alunos se prenderam aos conceitos de ciências. No segundo momento em destaque, seria o momento de os alunos interagirem com os outros em meio às aulas com experimentação, por exemplo, tendo a oportunidade de trocarem conhecimentos e tornarem um conhecimento em comum para que pudessem tomar decisões, mas, infelizmente, isso não ocorreu, e os alunos foram, na maioria das vezes, meros receptores, e os pibidianos resolveram não lidar com a situação.

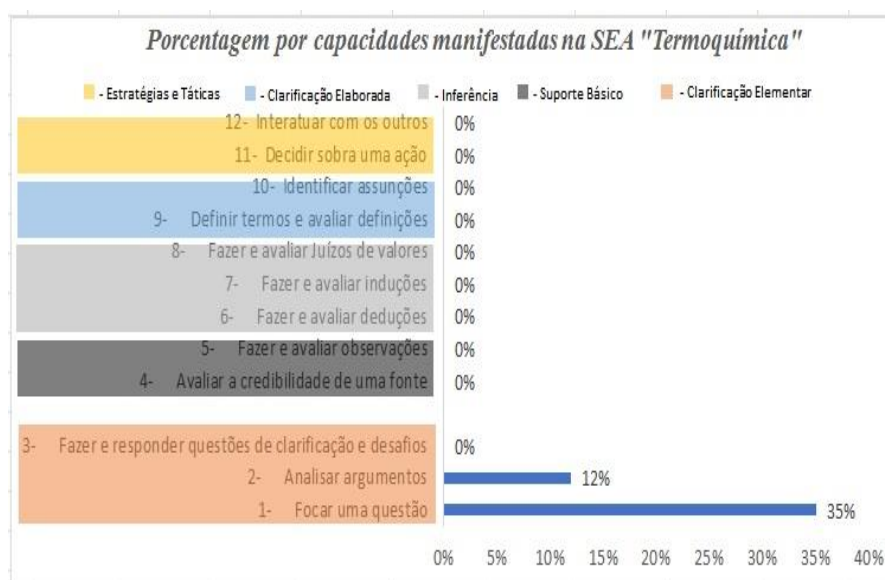
Nas falas desses estudantes, não se atingiram todas as capacidades, tendo deixado de fora: Fazer e responder a questão de clarificação e desafio; Avaliar a credibilidade de uma fonte; Fazer e avaliar deduções; Fazer e avaliar induções; Fazer e avaliar juízo de valor; Definir termos; Estratégias de definição e Decidir sobre uma ação. Os citados obtiveram apenas um envolvimento na área de Clarificação elementar.

Pode-se dizer que o material tem questões muito fechadas (porém os questionamentos por si só não promovem capacidades do PC), mas vale ressaltar que, na hora da aplicação, os pibidianos também não se propuseram a instigar mais os alunos e não trouxeram debates

necessários para alcançar algumas capacidades, por isso destaca-se que esses foram alguns empecilhos observados.

Segue o gráfico 08, o qual indica um panorama de capacidades do PC.

Figura 11: Porcentagem por capacidades manifestadas na SEA que tratam dos conteúdos da Termoquímica.



Fonte: Elaboração da autora.

Vale ressaltar que essa SEA foi construída em um trabalho de mestrado no qual foi considerada a validade dentro de todos os padrões do movimento CTS, o qual prega que se mobilizem capacidades de PC, mas, numa projeção feita por este trabalho, desenvolve apenas as capacidades elementares, tais como a 1 e a 2. Portanto, considera-se que o movimento CTS precisa rever em que devem estar pautadas as suas atividades e o que falam sobre pensamento crítico.

4.3.2 DA SEA “Água do mar: Uma proposta para a abordagem de Eletroquímica”

Para a SEA que trata dos conteúdos da Eletroquímica, existia uma dinâmica nas aulas em que havia sempre um diálogo aberto entre os pibidianos e os alunos, e, para todo início das aulas, eram retomados os assuntos das outras aulas anteriores. Normalmente, a dinâmica da

turma seguia feita em grupos compostos por cinco alunos cada grupo, porém existiram atividades que alguns grupos não fizeram devido ao fato de terem outros compromissos com outra disciplina, entretanto a análise seguiu com apenas os grupos que se fizeram presentes.

É interessante lembrar que a SEA tem todo um rigor metodológico voltado para a abordagem CTS, então suas questões são unicamente voltadas nesse sentido. Já a análise delas foi realizada sobre as orientações das capacidades de PC, pautadas nas ideias de Tenreiro-Vieira e Vieira (2000).

Na sequência, são apresentadas as análises das falas dos estudantes, de acordo com as categorias esboçadas. A codificação segue o seguinte raciocínio: A*= Aula; Q= Questão; A= Aluno; G= Grupo. Para as perguntas que foram respondidas individualmente, tem-se a codificação por número do aluno que corresponde a tais falas; já para aquelas questões que foram respondidas em grupo, por sua vez, tem-se o número do grupo correspondente. A coluna da frequência expressa quantas vezes cada capacidade aparece nas respostas dos alunos, seguindo com a coluna das capacidades representativas das falas e, por fim, a categorias que engloba toda a análise.

Quadro 08: Análise dos alunos/grupos para as categorias em questão.

Descritos	Frequência	Capacidades	Categorias
<p>(A*1Q3A6) Os materiais metálicos são danificados por causa do sal presente na água do mar</p> <p>(A*2Q1A3) Para não escorregar e não levar choque. Por causa do sal que contém na água.</p>	100	01. Focar em uma questão	Clarificação elementar
<p>(A*1Q1A20) Geralmente acontecem algumas pessoas, leva choque quando está tomando banho com chuveiro elétrico, e com as mãos molhadas, na praia isso acontece de leva choque porque um raio pode atingi a água e a pessoa pode sofre uma descarga elétrica e contem partículas elétricas na água.</p> <p>(A*2Q3G1) Por que precisa de um componente líquido para dar eletricidade, já que sem o liquido não causam eletricidade.</p>	42	02. Analisar argumentos	
<p>(A*7Q5G1) Íons, sais, química, magnésio, ferro, cloreto, eletroquímica, cobre, transferência, corrosão</p> <p>(A*7Q5G4) Pilha, lâmpada, sal, solução, água do mar, elétrons, água, eletricidade, açúcar, íons.</p>	04	05. Fazer e avaliar observações	Suporte básico
<p>(A*7Q4G4) Por que o sal é composto de sódio e é capaz de ascender à lâmpada.</p> <p>(A*7Q1G1) Enferrujamento das grades de portas e janelas. Riscos são as grades das portas e janelas da casa da praia estão enferrujando, além disso, outros utensílios domésticos. Pintando com tinta plástica.</p>	59	12. Interagir com os outros	Estratégias e táticas
<p>(A*1Q3A29) O vento do mar</p> <p>(A*Q3A36) As ondas do mar</p>	102	Não tem significado às capacidades de PC.	Não apresentam mobilização

Fonte: Elaboração da autora.

Iniciou-se a discussão falando-se a respeito da categoria “*Clarificação elementar*”, assim como da categoria “*Suporte básico*”. Essas categorias comportam respostas que compõem as áreas que requerem capacidades menos elementares do ponto de vista cognitivo, para as quais se consideraram capacidades como: focar em uma questão, analisar argumentos, fazer e avaliar observações, fazendo com que eles conseguissem usar o que foi observado nas aulas.

Esses alunos do 2º ano do Ensino Médio conseguiram explicitar de modo natural sua opinião ou oposição quando era focada alguma ideia, porém nem sempre ficaram explícitas as ideias apresentadas, uma vez que eles não faziam uso de frases completas. Entende-se que a atividade permitiu que os alunos apresentassem seu ponto de vista sobre a questão, com base em argumentos claros. Vale ressaltar também que essas capacidades foram exatamente as previstas pelo material. A seguir, são apresentadas algumas falas de alunos que seguem essa análise:

A*10Q2A40_ “Aprendi coisas que me deixaram curiosas como, por exemplo, o uso da eletrólise em banho de ouro nas joias, já que eu tinha uma Visão errada sobre isso, além de me mostrar o quão importante é ter teorias na pratica que facilite o entendimento e a aprendizagem, como exemplo foi os experimentos feitos em sala de aula de condutibilidade o que faz um sal ser condutor ou do porque se deve utilizar chinelo num banho com chuveiro elétrico”.

A*10Q2A32_ “Em fim pude concluir que no dia a dia é utilizado o processo de eletrólise em várias situações e que é importante saber da parte química de cada coisa”.

Na categoria “*Estratégias e táticas*”, notou-se que possuem capacidades que requerem mobilização cognitiva mais elaborada, manifestando-se, assim, as capacidades que explicitam a interação com os outros, admitindo que se apresentassem uma posição e uma audiência particular.

Foi perceptível ainda que esses alunos tiveram alguns avanços, observando-se uma maior flexibilidade de pensamento e abertura de espírito, buscando-se compreender e analisar com seriedade o ponto de vista dos outros e mostrando os deles mesmos. Em suas falas, destaca-se que mostram ter foco no problema e na interação com os outros e apresentam frases completas e uso de informação nas quais fundamentam suas falas. Seguem, abaixo, algumas falas de alunos que dizem respeito a essa análise:

A*2Q1A30_ “Alguns sais podem propiciar uma maior condutibilidade do que outros, pelo fato dos outros elementos que a depender do elemento pode dar uma maior resistência elétrica a água”.

A*3Q2A21_ “A oxirredução é a junção de oxidação e redução, a oxidação acontece no polo positivo, e a redução no polo negativo”.

A*2Q3A15_ “Para que a água se trone um condutor elétrico necessita a adição de algum sal certo? Então perceba que quando se dissocia forma íons positivos e negativos”. Conseguem perceber?

Por fim, tendo em vista a categoria “*Não apresenta mobilização*”, ela não apresentou significados para as capacidades de PC, em que os alunos se encaixaram devido a não apresentarem em suas escritas nenhum caractere ou capacidade de PC.

Isso pode ser estimado como um problema, haja vista os múltiplos fatores que distanciam a atenção dos alunos, logo é um fato a ser repensado para a montagem de novas estratégias para que, ao menos minimamente, o aluno esteja enquadrado em alguma discussão. Em geral, esses discentes mostraram ter receio e/ou incertezas de assumir uma opinião. Na sequência, são apresentadas algumas falas de alunos que seguem essa análise:

A*7Q2A01_ “Bom meu conhecimento a esse assunto é pouco e essas aulas ajudou a entender o básico de eletroquímica, pois não entendo direito ainda estou “boiando” os aplicadores ajudaram muito mesmo sem saber muito de o assunto conseguir resolver questões”.

A*7Q1A18_ “Estas aulas foram muito boas para ter um reforço de química foram confirmados para vir comparecer a aula 20 pessoas no primeiro dia veio apenas 15 pessoas ate o meio da aula só restaram 12 na próxima aula só ficaram 10 pessoas [...]”.

O quadro 08, na página seguinte, apresenta resultados obtidos na análise das produções escritas dos alunos, além de identificar o número e suas respectivas porcentagens acerca dos estudantes que mobilizaram as capacidades de pensamento crítico nas respostas para cada questão, de cada momento implementado na SEA.

Quadro 09: Número e percentagem de alunos que evidenciaram a mobilização de capacidades de pensamento crítico, em cada questão em cada momento da SEA.

Questionamentos da SEA: Eletroquímica																			
Total de questões =19	1º momento			2º momento													3º Momento		
	40 alunos			40 alunos													40 alunos		
Capacidades/ Questões	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
01	23 58%	1 3%	6 15%	4 10%	2 5%	4 10%	4 10%	4 10%	13 33%	4 10%	4 10%	4 10%	3 8%	3 8%	4 10%	4 10%	40 100%	40 100%	40 100%
02	8 20%	0 0%	0 0%	0 0%	2 5%	2 5%	2 5%	2 5%	13 33%	0 0%	3 8%	3 8%	0 0%	1 3%	4 10%	4 10%	0 0%	40 100%	40 100%
05	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	40 100%
12	0 0%	0 0%	0 0%	4 10%	4 10%	4 10%	4 10%	4 10%	0 0%	4 10%	4 10%	4 10%	4 10%	3 8%	4 10%	4 10%	40 100%	40 100%	40 100%

Fonte: Elaboração da autora.

No quadro anterior, tendo presentes as capacidades pertencentes ao referencial do pensamento crítico (taxonomia de Ennis), vê-se que elas correspondem às respostas de quarenta alunos e, por consequência, ao número apropriado à porcentagem para aqueles que conseguiram mobilizar tais capacidades de PC. No caso da SEA que trata dos conteúdos da Eletroquímica, apenas as capacidades 01, 02, 05 e 12 foram manifestadas.

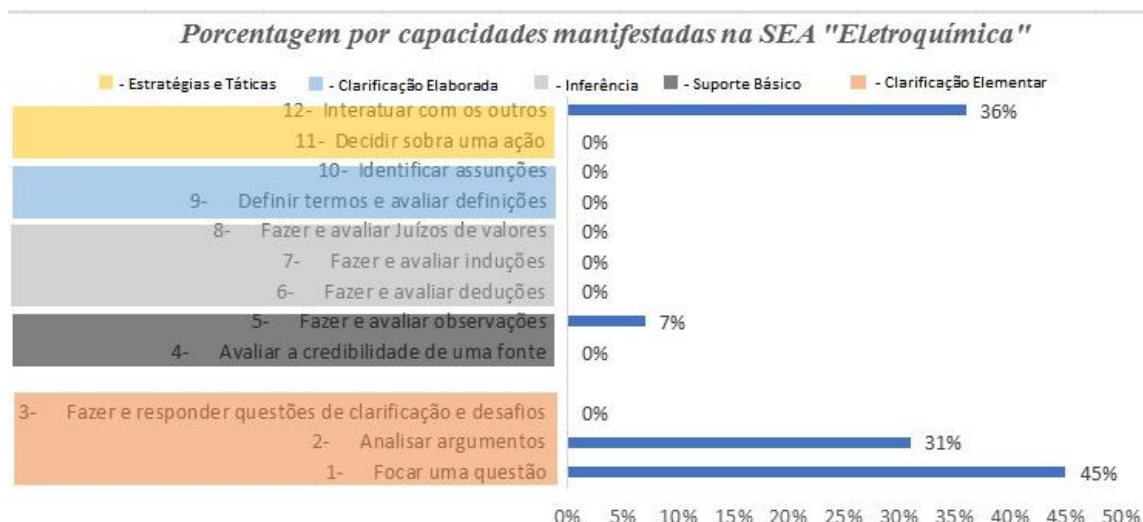
Para todos os momentos pedagógicos da SEA, verificaram-se que as questões da área de Clarificação Elementar, a capacidade 01 de focar em uma questão, tem um número de respostas, por parte dos alunos, que correspondeu a 45%, entre as 19 questões. Do mesmo modo, mostrou-se, para a capacidade 02 de analisar argumentos, um número correspondente a 27% entre as 13/19 questões resolvidas. Com isso, foi possível perceber que esses alunos estavam focados no assunto, porém não conseguiram se aprofundar nas discussões, ou até mesmo não conseguiram entender ou associar com o dia a dia. Assim, demonstraram ter alguns argumentos, mas não se envolviam muito nos debates e, por conseguinte, acabavam não escrevendo também.

Ainda segundo a taxonomia de Ennis, a capacidade que define características das condições de observação, pertencente à área Suporte Básico, foi mobilizada por 11%, aparecendo apenas em uma questão da SEA, situada no 3º momento. O enfoque CTS em si proporciona que os alunos façam essas observações. Nesse sentido, foi muito positiva a escolha dessa metodologia com o uso das SEA, principalmente porque os alunos já se encontravam com um problema que exigia levar em conta o contexto, observando, assim, o que poderia existir por trás de qualquer fato existente.

Já na capacidade de interagir com os outros, que compete à área de Estratégias e Táticas, correspondeu a 14% entre as 15/19 questões resolvidas. O objetivo seria criar a sala de aula como um ambiente em que todos possam opinar, aprender e participar, mas não participar de qualquer modo, e, sim, a partir de bons argumentos, conseguindo então mostrá-los de maneira que os demais compreendam. E esses alunos, de algum modo, recorreram a recursos que levaram a alcançar esse objetivo. Por outro lado, os pensamentos autônomos deles não ficaram muito evidentes, mas esse tipo de pensamento só chega com o tempo, de certo modo, se os alunos já tivessem contato com essas metodologias, poderiam conseguir expressar de modo mais claro suas ideias. Lipman (1995) diz que, para ter autonomia de pensamento, o indivíduo deve construir por si próprio suas conclusões, ou seja, ele mesmo articula suas ideias para conseguir chegar a um entendimento.

Segue mais um gráfico, o qual indica um panorama de capacidades do PC.

Figura 12: Porcentagem por capacidades manifestadas na SEA que tratam dos conteúdos da Eletroquímica.



Fonte: Elaboração da autora.

Ainda assim, foi possível notar que há uma diversidade de capacidades de PC nas falas desses alunos. Todavia, esses estudantes não conseguiram atingir todas as capacidades, tendo deixado de fora: Fazer e responder a questão de clarificação e desafio; Avaliar a credibilidade de uma fonte; Fazer e avaliar deduções; Fazer e avaliar induções; Fazer e avaliar juízo de valor; Definir termos; Estratégias de definição e decidir sobre uma ação. Porém, os estudantes obtiveram um envolvimento maior nas áreas de Clarificação elementar, Suporte básico e Estratégias e Táticas.

Como diria Freire (2007), é preciso formar os alunos e professores, muito mais que treiná-lo para responder a testes teóricos. É necessário que a educação auxilie no desenvolvimento de um pensamento crítico que leve o ser humano à conscientização e à mudança de atitude perante a sociedade.

Essas ponderações citadas acima sobre as análises das SEA refletem diretamente nas atividades presentes nos materiais didáticos propostos e, com isso, é perceptível que há um potencial para mobilizar capacidades do PC. Vale salientar que as atividades foram construídas e validadas numa vertente CTS, e não intencionalmente, para apelarem às capacidades do PC. No entanto, ao serem analisadas essas atividades, elas demonstraram ter um potencial nas capacidades do PC, embora não tenham atingido as 12 capacidades.

Entende-se que os materiais didáticos SEA desenvolvem atividades que dão subsídio aos alunos para analisarem profundamente o assunto, assim como dão a possibilidade de fazer questionamentos, discutir problemas relacionados à Ciência e Tecnologia e buscar soluções lógicas adequadas, levando a distintas opiniões sobre um mesmo assunto.

Logo, mostra-se como sendo de extrema importância o Ensino de Ciências num enfoque CTS com o desenvolvimento do PC, para que possa, com isso, tornar não só os alunos, mas também os professores, indivíduos capazes de discutir problemas, hábil e racionalmente, sem aceitar as considerações de modo automático, sejam suas opiniões ou as dos outros.

Em síntese, de modo geral, as atividades planejadas nas SEA permitiram que os alunos mobilizassem de algum modo as capacidades de PC e os conhecimentos científicos em questão (Termoquímica e Eletroquímica) para cada uma das atividades e questionamentos presentes nelas.

Ressalta-se, também, que nas questões em que os alunos não mobilizaram as capacidades, ou seja, em que mostraram ter dificuldades de entendimento e/ou dificuldade de expressar mobilização dos conhecimentos adquiridos, é interessante que tais questões sejam reformuladas, agora de modo intencional.

Podemos considerar que a mobilização do pensamento crítico entre suas capacidades, em relação à abordagem CTS, pode acontecer nas aulas de Química – sejam elas tradicionais ou não sem prejuízos, porém, para ter ganho no que se refere ao entendimento dos conhecimentos químicos e suas relações de mundo, é necessário utilizar estratégias de ensino diversificadas, bem como materiais didáticos e atividades voltadas a esse fim.

Finaliza-se a discussão com um trecho de Vieira e Tenreiro-Vieira (2005, p. 16) em que explicitam que uma estratégia de ensino-aprendizagem corresponde a “um conjunto de ações do professor ou do aluno orientadas para favorecer o desenvolvimento de determinadas competências de aprendizagem que se tem em vista”, e um exemplo delas são as SEA pautadas na vertente CTS.

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES

Percebeu-se, com este estudo, que a Abordagem CTS e taxonomia do PC caminham juntas, ambas com o objetivo de propor melhorias nas aulas de ciências e torná-las mais reflexivas e criativas. Os teóricos de ambas as vertentes explicam que elas promovem o despertar de habilidades cognitivas humanas, exigindo dos alunos, por exemplo, que analisem argumentos, levante e teste hipóteses e, conseqüentemente, participem ativamente da construção do conhecimento científico. Observa-se, assim, que todos os objetivos CTS podem desenvolver de qualquer forma capacidades do PC.

Foram também destacados aqui os objetivos da Abordagem CTS e de que maneira se aproximam da ideia de desenvolver o ser crítico através de Capacidades do PC. Essas aproximações teóricas serviram de carro-chefe para fundamentar as discussões acerca do instrumento de aproximação (Régua), uma vez que esse instrumento foi, na verdade, construído e validado como uma tentativa de confirmação das aproximações vistas na literatura, e apontadas pela pesquisadora, com as opiniões de um grupo de pesquisa entre diversos alunos de uma disciplina de Pós-Graduação.

Desse modo, apresentam-se os resultados das atribuições do grupo de pesquisa, com relação às aproximações dos objetivos da abordagem CTS para a taxonomia do PC, visto que mostraram ter um forte grau de concordância entre eles. Destaca-se também que as opiniões dos especialistas mostraram que existe um forte potencial entre os objetivos CTS, os quais apelam às capacidades do PC. Vale ressaltar que as leituras dos textos foram feitas unicamente na vertente CTS, e não com artigos que já mostrassem quais atividades recorrem às capacidades do PC. Entretanto, revela-se que, entre as atribuições dos pós-graduandos, não apareceram todas as 12 capacidades, ainda que tenham abrangido todas as grandes áreas do PC.

Por conseguinte, ao serem analisados esses apontamentos, é possível concluir que eles apresentam um forte indicativo de promoção das capacidades do PC. No entanto, percebe-se, entre as atribuições feitas pelos alunos, que eles não atingiram 100% do que representam as 12 capacidades. Porém, ainda assim, foi possível abranger todas as áreas do PC, logo se compreende que os objetivos das atividades de CTS/PC se aproximam.

Já no que diz respeito à análise das SEA no campo de Mobilizações de capacidades, nota-se que, entre as SEA analisadas, a que trata dos conteúdos da Termoquímica, segundo os especialistas, apela a um maior percentual das capacidades de PC, recorrendo às capacidades

desde um nível cognitivo mais alto, ou até mesmo às capacidades que exigem um nível menos elementar. Já a SEA que trata dos conteúdos da Eletroquímica, por seu turno, se manteve em um nível que exige apenas respostas em um nível menos elementar.

Na prática em sala de aula, de modo geral, as atividades planejadas nas SEA permitiram que os alunos mobilizassem de algum modo as capacidades de PC e os conhecimentos científicos em questão (Termoquímica e Eletroquímica) para cada uma das atividades e questionamentos presentes nas mesmas. Na SEA que trata dos conteúdos da Termoquímica, foi previsto um leque maior de capacidades de PC, mas, na prática, não foi mobilizado. Já na SEA que trata dos conteúdos da Eletroquímica, os alunos mobilizaram exatamente as capacidades que foram previstas.

Esses materiais didáticos foram considerados um bom apelador das capacidades de PC, uma vez que trazem um impacto para o ensino por possibilitarem a inclusão dos temas sociais, para que o ensino tenha um reflexo melhor na aprendizagem dos alunos. Vale salientar que nessa pesquisa se envolveu não somente o pesquisador, mas também os alunos pibidianos, que, por sua vez, enriqueceram a formação inicial deles.

Destaca-se também as dificuldades de os alunos não mobilizarem algumas capacidades, mostrando que isso é um reflexo das dificuldades de entendimento e/ou da dificuldade de expressar a mobilização dos conhecimentos adquiridos. É interessante, portanto, que essas questões sejam reformuladas e aplicadas agora de modo intencional.

Além desse aparato teórico, foram analisados resultados de uma aplicação das propostas didáticas (SEA) construídas e validadas na vertente CTS. Contudo, foi feita uma análise dos escritos e das atitudes dos alunos e, posteriormente, verificou-se se eles desenvolveram disposições e capacidades de PC.

Os resultados indicaram que há um forte indicativo de capacidades desenvolvidas, por exemplo, nas falas dos alunos, sendo que foi possível evidenciar que há um forte potencial na desenvoltura da argumentação, inferindo e fazendo também juízos de valor; além disso, nota-se a interação com os outros, a partir do que se pode concluir que os dados até aqui apresentados confirmam parcialmente a hipótese desta pesquisa. Nesse sentido, conclui-se que o material CTS tem forte potencial para com a desenvoltura dessas tais capacidades, confirmando, assim, as implicações teóricas.

A consciência CTS ainda está longe daquela sonhada por qualquer pesquisa dessa área, porém serviu como alerta para as necessidades de avançar com relação aos elementos que

devem existir quando se forem elaborar atividades orientadas pelo CTS para mobilizarem capacidades de PC nos alunos. Não há, por conseguinte, como separar alguns fatores: Ciência, Tecnologia e Sociedade, quando pesquisados dentro do ensino de ciências, coloca-se como uma das maiores possibilidades de trabalho, pois possibilita mesclar vários tipos de estratégias de ensino, podendo incluir os pressupostos epistemológicos presentes.

Diante do exposto, os resultados deste trabalho mostram que, dentro dos objetivos desta pesquisa, ela vai de encontro à hipótese inicial de que um trabalho educacional voltado para o CTS, com o intuito de apelar às capacidades de PC, é possível ser realizado em sala de aula no contexto brasileiro. Isso porque os estudos sobre PC no Brasil já estão tendo alguns avanços no país, visto que os estudos sobre CTS não são novos, pois já se tem, aqui, uma vasta literatura, haja vista que várias pesquisas de mestrado e doutorado já foram concluídas, bem como livros e artigos já foram publicados. Nesse sentido, este trabalho teve o objetivo de trazer uma pesquisa nova quando se fala em análise de materiais didáticos CTS (SEA), orientados pelos momentos pedagógicos e analisados perante uma taxonomia do PC.

Por fim, pode-se despontar, mediante a projeção feita por este trabalho, que as SEA, quando diante de um mapeamento de capacidades possíveis a serem mobilizadas, indicaram capacidades que na prática não apareceram como era previsto. Apela, dessa forma, a um forte potencial das capacidades elementares, tais como a 1 (focar em uma questão) e a 2 (analisar argumentos), logo o movimento CTS precisa rever em que devem estar pautadas as suas atividades e o que falam sobre pensamento crítico. Por fim, espera-se, com esta pesquisa, ter contribuído para tornar o ensino de ciências mais próximo da realidade dos alunos e do que propõem os documentos oficiais.

REFERÊNCIAS

ACEVEDO DÍAZ, J. A. Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. In: **Revista Borrador**. v. 13, 1996. Disponível em: <<http://www.oei.es/historico/salactsi/acevedo2.htm>>. Acesso em: 13 mar. 2017.

_____; VÁZQUEZ, A.; MANASSERO M. A. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. In: **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 2, n. 2, 2003. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/920/92020201.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2017.

AIKENHEAD, G. S. The social contract of science: implications for teaching science. In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. **STS education - International perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994.

AULER, D. Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. In: **Ciência & Ensino**. Cidade, v. 1, (número especial), p. 1-20, nov. 2007.

_____. **Articulação entre os pressupostos do Educador Paulo Freire e do movimento CTS: Novos caminhos para a Educação em Ciências**. Rio Grande do Sul: Editora Unijuí, 2007.

_____; DELIZOICOV, D. **Educação em CTS: articulação entre os pressupostos do educador Paulo Freire e referenciais ligados ao movimento CTS**. Las Relaciones CTS en la Educación Científica, p. 1-7, 2006. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/fisica/educ_cts_d_elizoicov_auler.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2017.

_____; _____. Alfabetização Científico-Tecnológica Para Quê?. In: **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte | v.03 | n.02 | p.122-134 | jul-dez | 2001.

_____; DALMOLIN, A. M.T.; FENALTI, V. dos S. Abordagem temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. In: **Revista Educação em Ciência e Tecnologia**. v. 2, p. 67-84, 2009.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BEYER, Esther. **A abordagem cognitiva em música: uma crítica ao ensino da Música a partir da teoria de Piaget**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-Graduação em Educação, Porto Alegre, 1988.

BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **LDB** - Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996.

BYBEE, R. W. Science education and the science-technology-society (STS) theme. In: **Science Education**. v. 71, n. 5, p. 667-683, 1987.

CEREZO, J. A. L. Los Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad. In: **Revista Iberoamericana de Educación**. n. 20 (maio-agosto 1999), 1999. Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/cerezorie20.htm>>: Acesso em: 13 mar. 2017.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.; PERNAMBUCO, M. M. Abordagem de temas em sala de aula: Conhecimento e sala de aula. In: _____ (orgs.). **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011. p. 175-202.

ENNIS, R. A logical basis for measuring critical thinking skills. In: **Educational Leadership**. n. 43, v. 2, p. 46, 1985.

FRANCO, M. L. P. B. A. **Análise de conteúdo**. Brasília: Liber Livro, 2002.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

_____. **Ação cultural para a liberdade e outros escritos**. 10. ed. Rio de Janeiro: Ed. Paz e Terra, 2002.

FREIRE, Leila Inês Follmann. **Pensamento crítico, enfoque educacional CTS e o ensino de Química**. Universidade Federal de Santa Catarina Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. Florianópolis, 2007.

HALPERN, D. F. **Thought and knowledge: An introduction to critical thinking**. 3. ed. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 1996.

LARSON, R.; FARBER, B. **Estatística aplicada**. Tradução de Luciene Ferreira Paulite Vianna. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

LEMOES, Nadine Vanessa Fernandes. **Atividades Práticas Promotoras do Pensamento Crítico**. Universidade de Aveiro: 2014.

LIPMAN, Matthew. **O pensar na educação**. Petrópolis-RJ: Vozes, 1995.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MAGALHAES, S. I. R.; TENREIRO-VIEIRA, C. Educação em Ciências para uma articulação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Pensamento crítico. Um programa de formação de professores. In: **Revista Portuguesa de Educação**. v. 19, n. 2, p. 85-110, 2006.

MÉHEUT, M; PSILLOS, D. Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. In: **International Journal of Science Education**. 26:5, p. 515-535, 2004.

NURKKA, N. Use of transfer teachers in developing a teaching-learning sequence: a case study in physiotherapy education in Finland. In: **NorDiNa**. v. 4, n.1, p. 9-22, 2008.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. O contexto científico-tecnológico e social acerca de uma abordagem crítico-reflexiva: perspectiva e enfoque. In: **Revista Iberoamericana de Educación**. n. 2, p. 1-25, 2009. ISSN 1681-5653.

PINHEIRO, José de Queiroz; FARIAS, Tadeu Mattos; LIMA July Abe-. Paineis de Especialistas e Estratégia Multimétodos: Reflexões, Exemplos, Perspectivas. In: **Psico**. Porto Alegre, PUCRS, v. 44, n. 2, p. 184-192, abr./jun. 2013.

_____. **Educação crítico-reflexiva para um ensino médio científico-tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático**. Universidade Federal de Santa Catarina: Florianópolis, 2005.

_____; SILVEIRA, R.M.C.F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. In: **Revista Ciência e Educação**. v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

PRESSEISEN, Barbara Z. **Thinking Skills Throughout the Curriculum: A Conceptual Design**. Editora Pi Lambda Theta, 1987.

RAMOS, M. N. Ensino médio integrado: ciência, trabalho e cultura na relação entre educação profissional e educação básica. In: MOLL, Jaqueline et al. **Educação profissional e tecnológica no Brasil contemporâneo: desafios, tensões e possibilidades**. Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 42-57.

SANTIAGO, O. D. P. et al. Primeiras impressões acerca de uma Sequência de Ensino-Aprendizagem a partir do emprego da formação de espeleotemas como tema problematizador. In: **Scientia Plena**. v. 11, n. 06, Junho 2015. ISSN 067220-1.

SANTOS, W. L. P. **O Ensino de Química para Formar o Cidadão: Principais Características e Condições para a sua Implantação na Escola Secundária Brasileira**. Dissertação. Campinas: Faculdade de Educação/UNICAMP, 1992.

_____. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. In: **Ciência & Educação**. v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

_____; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. In: **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**. Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 01-23, 2002.

_____; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: Compromisso com a Cidadania**. Ijuí: Unijuí, 1997. (Coleção educação).

SILVA, E. L. **Contextualização no ensino de Química: Ideias e proposições de um grupo de professores**. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Química, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SILVA, Elizabeth Ramos da. Estratégias Metodológicas para a Produção de Textos Críticos. In: **Revista Ciências Humanas** – UNITAU. v. 9, n. 1, 2003. Disponível em: <www.unitau.br/prppg/publica/humanas/download/estratmetodologicas-N1-2003.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2017.

_____; SCHNETZLER, R. P. Concepções e ações de formadores de professores de Química sobre o estágio supervisionado: propostas brasileiras e portuguesas. In: **Química Nova**. São Paulo, v. 31, n. 8, p. 2174-2183, 2008.

SOLBES, J.; VILCHES, A.; GIL, D. Formación del profesorado desde el enfoque CTS. In: MEMBIELA, P. (ed.). **Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia- tecnología- sociedad**. Formación científica para la ciudadanía. Madrid: Narcea Ediciones, 2002. Disponível em: <[file:///C:/Users/Ort%C3%A1ncia/Downloads/libro_narceacap11%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Ort%C3%A1ncia/Downloads/libro_narceacap11%20(2).pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2017.

SWARTZ, Robert J.; PERKINS, David N. **Teaching thinking: issues & approaches**. Pacific Grove: Critical Thinking Press & Software, 1990.

TENREIRO-VIEIRA, Celina. Formação em pensamento crítico de professores de ciências: impacto nas práticas de sala de aula e no nível de pensamento crítico dos alunos. In: **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 3, n. 3, p. 228-256, 2004. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen3/REEC_3_3_1.PDF>. Acesso em: 20 jan. 2017.

_____. **Pensamento Crítico e CTS no Ensino das Ciências.** 2016. Disponível em: <<http://aia-cts.web.ua.pt/?p=1041>>. Acesso em: 20 jan. 2017.

_____. **O pensamento crítico na educação científica:** Proposta de uma metodologia para a elaboração de actividades curriculares. Dissertação de mestrado não publicada, Universidade de Lisboa, 1994.

_____; VIEIRA, R. M. **Promover o Pensamento Crítico dos Alunos:** Propostas concretas para a sala de aula. Porto: Porto Editora, 2000.

_____; _____. **Promover o Pensamento Crítico dos Alunos:** propostas concretas para sala de aula. Porto: Porto Editora, 2000.

VIEIRA, R. M. **Formação Continuada de Professores do 1º e 2º Ciclos do Ensino Básico Para uma Educação em Ciências com Orientação CTS/PC.** Tese de Doutoramento. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2003.

_____; MARTINS, I. P. Práticas de professores do Ensino Básico orientadas numa perspectiva CTS-PC. In: **Revista CTS.** p. 79-86, 2009.

_____; VIEIRA, C. **Estratégias de Ensino/Aprendizagem.** Instituto Piaget: [s.n.], 2005. ISBN 972-771-779-9.

VIEIRA, R.; TENREIRO-VIEIRA, C. **Estratégias de Ensino/aprendizagem.** Lisboa: Instituto Piaget, 2005.

VILCHES, A.; SOLBES, J.; GIL, D. El Enfoque CTS y la Formación del profesorado. In: MEMBIELA, P. **Enseñanza de las Ciencias desde la Perspectiva CienciaTecnología-Sociedad.** Madrid: Narcea, 2001a. Disponível em: <http://www.oei.es/catmexico/libro_narceacap11.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2017.

APÊNDICE: Tabela de capacidades de PC.

<i>Capacidades</i>		<i>descritores</i>	LC	CTS	AC	AI
<i>Clarificação Elementar</i>	1. Focar uma questão	a) Identificar ou formular uma questão;				
		b) Identificar ou formular critérios para avaliar possíveis respostas;				
	2. Analisar argumentos	a) Identificar conclusões;				
		b) Identificar razões enunciadas;				
		c) Identificar razões não enunciadas;				
		d) Identificar semelhanças e diferenças;				
		e) Identificar e lidar com irrelevâncias;				
		f) Procurar a estrutura de um argumento;				
	3. Fazer e responder a questões de clarificação e desafio	g) Resumir;				
		a) Porquê?;				
		b) Qual é a questão principal?;				
		c) O que quer dizer com "..."?;				
		d) O que seria um exemplo?;				
		e) O que não seria um exemplo (apesar de ser quase um);				
		f) Como é que esse caso, que parece estar a oferecer com contra-exemplo, se aplica a esta situação?;				
		g) Que diferença é que isso faz;				
		h) Quais são os factos?;				
		i) É que isso quer dizer "..."?;				
		j) O que mais diria sobre isto;				
<i>Suporte Básico</i>	4. Avaliar a credibilidade de uma fonte	Avaliar credibilidade de uma fonte – critérios: a) Perita/conhecedora/ versada;				
		b) Conflito de interesses;				
		c) Acordo com as fontes;				
		d) Reputação;				
		e) Utilização de procedimentos já estabelecidos;				
		f) Risco conhecido sobre a reputação;				
		g) Capacidade para indicar razões				
		h) Hábitos cuidadosos;				
	5. Fazer e avaliar observações - considerações importantes	a) Características do observador – por exemplo: vigilância, sentidos são, não demasiadamente emocionais;				
		b) Características das condições de observação – por exemplo: qualidade de acesso, tempo para observar, oportunidade de observar mais do que uma vez, instrumentação;				
		c) Características do relato da observação – por exemplo: proximidade no tempo com o momento da observação, feito pelo observador, baseado em registos precisos;				
<i>Inferência</i>	6. Fazer e avaliar dedução	d) Capacidade de "a" a "h" do ponto 4;				
		a) Lógica de classes;				
		b) Lógica condicional;				

<i>Clarificação Elaborada</i>		c) Interpretação de enunciados (i. Dupla negação; ii. Condições necessárias e suficientes; iii. Outras palavras e frases lógicas: só, se e só se, ou, etc.);				
	7. Fazer e avaliar induções	a) Generalizar – preocupações em relação a: (i. Tipificação de dados; ii. Limitação do campo-abrangência; iii. Constituição da amostra; iv. Tabelas e gráficos);				
		b) Explicar e formular hipótese – critérios (i. Explicar a evidência; ii. Ser consistente com os factos conhecidos; iii. Eliminar conclusões alternativas; iv. Ser plausível);				
		c) Investigar: (i. Delinear investigações, incluindo o planeamento do controlo efetivo de variáveis; ii. Procurar evidências e contra evidências; iii. Procurar outras conclusões possíveis);				
	8. Fazer e avaliar juízos de valor - considerações	Considerações sobre: a) Relevância de factos antecedentes;				
		b) Consequências de ações propostas;				
		c) Dependência de princípios de valor amplamente aceitáveis;				
		d) Considerar e pesar alternativas;				
	9. Definir termos e avaliar definições	a) Forma de definição: i. Sinónimo; ii. Classificação; iii. Gama; iv. Expressão equivalente; v. Operacional; iv. Exemplo – não exemplo;				
		b) Estratégia de definição: i. Atos de definir; ii. Identificar e lidar com equívocos;				
<i>Estratégias e Táticas</i>	10. Identificar assunções	a) Identificar conclusões;				
		b) Identificar razões enunciadas;				
	11. Decidir sobre uma ação	a) Definir o problema;				
		b) Selecionar critérios para avaliar possíveis soluções;				
		c) Formular soluções alternativas;				
		d) Decidir, por tentativas, o que fazer;				
		e) Rever, tendo em conta a situação no seu todo, e decidir;				
		f) Controlar o processo de tomada de decisão;				
	12. Interatuar com os outros	a) Empregar e reagir a denominações falaciosas – por exemplo: (i. "circularidade"; ii. "apelo à autoridade"; iii. "equivocação"; iv. "apelo à tradição"; v. "seguir a posição mais em voga");				
		b) Usar estratégias retóricas;				
		c) Apresentar uma posição a uma audiência particular.				

ANEXO A: SDE – Eletroquímica**/2017**

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho visa apresentar uma sequência de aulas, fundamentadas no processo de ensino-aprendizagem, o qual se baseia na problematização em sala de aula. O conjunto de aulas, a ser descrito, é definido como Sequência Didática de Ensino (SDE), uma proposta metodológica que vem sendo discutida dentro das academias. A SDE a ser descrita propõe trabalhar os conceitos que estão envolvidos no ensino de Eletroquímica. O público alvo desta SDE são alunos da segunda série do Ensino Médio do Campo de Estágio. A proposta de desenvolver uma SDE, durante as aulas do Estágio Supervisionado, tem por finalidade proporcionar a construção do conhecimento científico, através das reflexões em cima do que os alunos já sabem. Esta SDE descreve algumas atividades que visam à promoção de competências cognitivas e de linguagem dos alunos, explicação e argumentação. O trabalho em sala de aula é mediado pela utilização de aulas expositivas, textos, vídeos, experimentações, questionários e debates.

INTRODUÇÃO

O emprego de objetos que se utilizem da eletricidade para o seu funcionamento é um fato que cresce a cada dia. Ao se estabelecer uma relação entre fontes dessa forma de energia com a Química, pode-se inferir o estudo da Eletroquímica, o qual promove o entendimento quanto às reações químicas que descrevem o fluxo de elétrons, envolvendo um meio condutor, eletrólitos e eletrodos.

No estudo da Eletroquímica é possível compreender a transformação da energia química em elétrica, observado nas pilhas, e a transformação da energia elétrica em química, estudo da eletrólise. Tais conversões decorrem da transferência de elétrons, produzindo espontaneamente corrente elétrica quando ligado a um circuito.

Na utilização de substâncias químicas para promover o fluxo de elétrons, tem-se a diferença de potencial (ddp) entre dois pólos, como visto nas pilhas e baterias. Quando se faz uso da ação de uma corrente elétrica externa, para a promoção do fluxo de elétrons, estamos retratando o princípio da eletrólise.

Buscando refletir o estudo da Eletroquímica em nosso cotidiano, podem-se inferir o setor de eletroeletrônicos e atividades das indústrias naval e metalúrgica.

OBJETIVOS

A presente SDE se propõe a trabalhar os conceitos envolvidos no estudo da eletroquímica de maneira a diferenciar-se do ensino tradicional. Com esta SDE é objetivado estabelecer novas linhas de aprendizagem e construção de conhecimento, pelo trabalho inicial com problemáticas e pela abordagem CTS, que traz a contextualização dos conceitos químicos a serem abordados. Ainda é proposto, o trabalho com atividades experimentais que criem um novo ambiente de aprendizagem. Em suma, o objetivo da aplicação desta SDE é de inovar a prática de ensino docente, de modo a instigar o aluno a interagir mais dentro das aulas.

CONTEÚDOS

Com o desenvolvimento desta SDE pretende-se contemplar o estudo da Eletroquímica, assim como os diversos conceitos que se fazem necessários para a melhor compreensão do conteúdo, tais como: reações de oxidação e redução; número de oxidação (NOX); potencial de redução; pilhas e baterias; eletrólise, ígnea e aquosa, dentre outros.

AULA 1 – Introdução da problemática: Água do Mar.

Material	Plano de Ação
Texto Informativo	Leitura e discussão do Texto 01 “Água do Mar”.
Questionário Inicial	Discussão das questões problematizadoras.

Objetivo Específico: Apresentação do tema gerador, partindo da leitura e discussão do **Texto 01**. Investigação quanto às concepções espontâneas, a partir da aplicação das questões problematizadoras.

TEXTO 01

Ir à praia e tomar banho de mar é uma das melhores coisas dessa vida, não é mesmo? Pois é. O ruim é quando, sem querer, acabamos sentindo o gosto da água, que é muito ruim e tem um forte gosto de sal!

Mas por que a água do mar é salgada? E de onde vem o sal do mar?

O sal é o composto químico mais abundante à superfície da Terra. A maior parte está dissolvida nos oceanos. O sal não “surge” no mar, ele encontra-se presente nas rochas. Por isso, quando a água do próprio mar desgasta as rochas litorâneas, elas vão se fragmentando e se dividindo em pequenas partículas, incluindo os [sais minerais](#) que se encontram nelas. Os maiores responsáveis pela salinidade da água do mar são os rios. Apesar de a água deles não ser salgada, eles são os que mais desgastam as rochas e retiram delas os seus sais minerais, depositando tudo nos oceanos. Afinal, a imensa maioria dos rios existentes no planeta deságua em algum mar. Com o calor, a água dos oceanos vai lentamente evaporando, ao passo que o sal não evapora e permanece lá.

No entanto, ter sal na água não é um privilégio dos [mares e oceanos](#). Os lagos também podem ser salgados. Aliás, a água mais salgada do mundo é justamente a de um lago, que, no entanto, recebe o nome de “mar” ou, mais precisamente, Mar Morto, que é abastecido pelo Rio Jordão. O Mar Morto é tão salgado que nenhum ser vivo pode viver nele, exceto um tipo muito específico de bactéria.

A água do mar contém cerca de 3,4% de sais dissolvidos e é levemente alcalina ($\text{pH} \approx 8,0$). Ela é uma importante fonte de matérias-primas para a sociedade, por exemplo, na indústria, um dos

seus principais componentes, o cloreto de sódio, é utilizado na conservação e condimentação de alimentos e como matéria-prima para produção de alvejantes, desinfetantes, plásticos, praguicidas, indústria têxtil, fertilizantes, explosivos, medicamentos, ácidos e outros.

O homem desenvolveu formas de tratamento da água que lhes possibilitaram melhores condições de vida e prevenção de doenças de veiculação hídrica, tais como amebíase, dengue e esquistossomose. Estas conquistas só foram possíveis graças à obtenção do cloro a partir do sal, cloreto de sódio, presente na água do mar.

A água do mar apresenta, basicamente, a seguinte composição química (podendo variar em cada região):

- Cloreto (Cl^-): 55,04 %m
- Sódio (Na^+): 30,61 %m
- Sulfato (SO_4^{2-}): 7,68 %m
- Magnésio (Mg^{2+}): 3,69 %m
- Cálcio (Ca^{2+}): 1,16 %m
- Potássio (K^+): 1,10 %m
- Outros (HCO_3^- , Si, Fe, Sr ...): 0,72 %m massa)

Fonte: PENA, R. A. escola kids. **escola Kids**. Disponível em: <<http://escolakids.uol.com.br/>>. Acesso em: 26 Janeiro 2017.

QUESTIONÁRIO PROBLEMATIZADOR

1. Você com certeza já ouviu, os mais velhos falarem que é bom tomar banho de chinelos de borracha para evitar levar choque elétrico por causa do chuveiro; ou que não se deve permanecer na água do mar ou piscina quando está relampejando. Quais as ideias que sustentam ou não essas observações, levando em conta a composição da água discutida no **Texto 1**?
2. O mar normalmente serve para diversão (desde que seja com prudência), as pessoas adoram “curtir” uma praia. Mas o mar serve para inúmeras outras coisas além da diversão, por exemplo, é a partir dele que se obtém a soda caustica (hidróxido de sódio). Como podemos obter gás cloro a partir do cloreto de sódio presente na água do mar? São formados outros materiais neste processo? Apresente uma explicação de como se podem obter esses materiais.
3. Morar próximo à praia é bem interessante, contudo as pessoas sofrem com o fenômeno da maresia, pois materiais metálicos são danificados pela ação desse fenômeno. Para você o que vem a ser maresia e como ela pode danificar materiais metálicos?

AULA 2 – Apresentando o conceito de íons.

Material	Plano de Ação
Experimento 01: Condutibilidade Elétrica dos Materiais	Aplicação do experimento para investigação sobre íons e sua relação com a condução de eletricidade.
Questionário 02	Discussão de questões relacionadas com os materiais didáticos expostos durante a aula, com o intuito de desencadear uma aula dialógica, debatendo os conceitos abordados.
Quadro-Negro/Giz Lousa/Pincel	Apontamentos quanto às atividades desenvolvidas, destacando os pontos apresentados pelos alunos durante as discussões promovidas.

A partir da discussão feita no texto 1, será feito o teste da condutibilidade elétrica da água (água do mar, água da torneira e água destilada), mantendo uma relação entre o texto 1 e o experimento. Falar sobre a presença de íons na solução e sobre materiais condutores e materiais isolantes, diferenciando-os e retomando uma discussão ocorrida no questionário problematizador.

EXPERIMENTO 01: CONDUTIBILIDADE ELÉTRICA DOS MATERIAIS

Materiais:

- Aparelho de Condutibilidade Elétrica;
- Copos plásticos de 100ml;
- Colheres plásticas;
- Água Destilada;
- Água de Torneira;
- Água do Mar filtrada;
- Açúcar (Sacarose) ($C_{12}H_{22}O_{11}$);

- Cloreto de cálcio (CaCl_2);
- Carbonato de cálcio (CaCO_3);
- Sal de cozinha (Cloreto de Sódio) (NaCl).

Procedimentos:

1. Colocar água destilada em um copo até a metade de sua capacidade.
2. Ligar o aparelho de condutibilidade elétrica a testar a condutibilidade da água destilada, desligando-o em seguida.

ATENÇÃO! *Desligue o aparelho a cada teste realizado para evitar acidentes. Anotar suas observações.*

3. Adicionar meia colher de um dos sólidos no copo que contém água destilada e agitar com a colher por alguns segundos.
4. Testar a condutibilidade elétrica do sistema obtido. Anotar as observações em uma tabela.

ATENÇÃO! *Lavar as pontes de teste do aparelho de condutibilidade elétrica com um pouco de água destilada toda vez que realizar novos testes.*

5. Repetir os procedimentos 3 e 4 para os outros sólidos.
6. Colocar água do mar filtrada no outro copo até a metade de sua capacidade. Testar a condutibilidade elétrica da água do mar. Anotar suas observações.
7. Refazer o procedimento 6 para a água de torneira.
8. Anotações das observações na tabela:

Substância	Lâmpada de maior potência	Lâmpada de menor potência	Lâmpada que não acendeu
Água destilada			
Água destilada + açúcar			
Água destilada + CaCO_3			
Água destilada + CaCl_2			
Água destilada + NaCl			
Água do mar			
Água de torneira			
Sal de cozinha (NaCl)			

Perguntas investigativas

- 1) No experimento realizado, foi possível observar a intensidade da luz em algumas substâncias. De acordo com suas anotações explique porque isso acontece.
- 2) A partir das observações retiradas do **Experimento 02: Condutibilidade dos Materiais**, o que tem em comum o grupo de substâncias que acenderam, e aqueles que não acenderam a lâmpada no aparelho de condutibilidade elétrica?
- 3) Sabemos que alguns sais quando no estado sólido não conduzem corrente elétrica. Como explicar que essa mesma substância dissolvida na água (Solução aquosa) passa a conduzir eletricidade?
- 4) Ao observar no **Experimento 02**, a solução de Carbonato de Cálcio e água destilada ($\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$), observamos que a lâmpada não acendeu, como podemos explicar este fato?

AULA 3 – Íons presentes nas soluções.

Material	Plano de Ação
Experimento 02: Presença de íons nas soluções	Aplicação do experimento para investigação sobre a presença dos íons em soluções e as reações que podem ser montadas.
Quadro-Negro/Giz Lousa/Pincel	Apontamentos quanto às atividades desenvolvidas, destacando os pontos apresentados pelos alunos durante as discussões promovidas.

Objetivo Específico: Permitir que o aluno compreenda o processo de uma pilha a partir da experimentação, bem como introduzir os conceitos de reações de oxidação e redução e movimento de elétrons, assim como, também será possível falar sobre a presença de íons na solução.

EXPERIMENTO 2: Íons presentes em solução

Materiais:

- Pregos;
- Solução de Sulfato de Cobre (CuSO_4);
- Tubo de ensaio;

- Pinça;
- Um fio de Cobre (rígido);
- Uma fita de magnésio;
- Led;

Procedimentos:

1. Coloque o prego dentro de um tubo de ensaio e preencha com solução de sulfato de cobre sem que cubra todo o prego e deixe por um minuto. Depois, com o auxílio de uma pinça retire o prego da solução e faça os seguintes questionamentos:
2. Colocar em um béquer um pouco de ácido sulfúrico 1M e mergulhar uma fita de magnésio e um fio de cobre conectados a um Led e observar se o mesmo acende.

Perguntas Investigativas

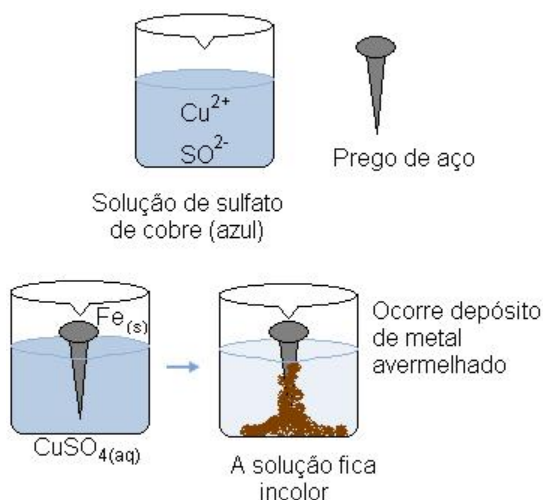
- 1) Porque a parte do prego que estava submersa na solução de sulfato de cobre ficou vermelha e a outra não? A solução de sulfato de cobre depois de retirada o prego ficou menos azulada? Como explica?
- 2) Sabendo que na solução existe a presença de íons, ilustrem o que foi possível observar no fenômeno observado no experimento e se possível escreva a reação ocorrida.

AULA 4 – Aula Teórica.

Material	Plano de Ação
Quadro-Negro/Giz Lousa/Pincel	Discussão sobre o experimento executado e explanação sobre o conceito e oxidorredução.

Objetivo Específico: Introduzir os conceitos de reações de oxidação e redução e movimento de elétrons.

No experimento foi observado que a superfície do prego sofreu uma mudança de coloração devido à deposição de íons cobre, que estavam presentes na solução de sulfato de cobre, na superfície do prego, deixando a solução que de início tinha a coloração azul com uma coloração incolor, indicando que a concentração de íons cobre estava diminuindo na solução.



O fenômeno descrito pode ser representado através das semirreações abaixo:



Observando que o Ferro metálico (Fe^0) perde dois elétrons e se transforma em cátion (Fe^{2+}) ficando na solução. Logo, dizemos que o ferro oxidou, isto é, perdeu dois elétrons aumentando seu nox. Ao mesmo tempo em que o Cobre presente na solução (Cu^{2+}) recebeu dois elétrons e passou a ser Cobre metálico (Cu^0) se depositando na superfície do prego. Logo, dizemos que ele reduziu, isto é, diminuiu seu nox.

A prática de oxirredução levantou questionamentos dos alunos como: O motivo de a solução ter coloração azul e passar a uma solução incolor; O prego ter aumentado seu volume; O depósito de resíduo com coloração avermelhada.

AULA 5 – Aula Teórica.

Material	Plano de Ação
Experimento 3: Eletrólise da água do mar	Aplicação do experimento para investigação sobre as transformações decorrentes da aplicação de uma corrente elétrica em uma amostra de Água do Mar.
Questionário 03	Discussão de questões relacionadas com a execução do experimento: Eletrólise da Água do Mar.
Quadro-Negro/Giz Lousa/Pincel	Discussão sobre o experimento executado e explanação sobre o conceito e oxidorredução.

Objetivo Específico: Introduzir os conceitos de reações de oxidação e redução e movimento de elétrons.

EXPERIMENTO 03: Eletrólise da Água do Mar

Materiais:

- Água do mar;
- Fenolftaleína;
- 3 Recipientes transparentes;
- Um conjunto de fios de Cobre (rígido);
- 2 Grafites (retirados de uma lápis);
- Bateria 9V;
- Água Destilada;
- Cloreto de Sódio (NaCl);
- Espátula;
- Trança de algodão

Procedimentos:

1. Divida o fio de cobre em dois, em seguida desencape as extremidades. Tome um dos pedaços e em uma das extremidades acople o grafite, montando assim o eletrodo. Faça o mesmo para o outro pedaço de fio de cobre;
2. As extremidades sem o grafite devem ser conectadas à bateria;
3. Em um dos recipientes adicione a água destilada e três medidas de NaCl, com o auxílio da espátula, agite e mergulhe a trança de algodão, produzindo assim a ponte salina;
4. Aos dois recipientes que restaram adicione, quantidades semelhantes, de água do mar e três gotas de fenolftaleína;
5. Disponha os recipientes contendo a água do mar, um ao lado do outro, conecte este com a trança de algodão embebida em solução salina;
6. Tome a bateria acoplada aos fios de cobre em mãos, e mergulhe os eletrodos de grafite, um em cada recipiente contendo água do mar.
7. Observe as alterações do sistema.

QUESTIONÁRIO 03

1. Como a água do mar tem sais dissolvidos, então, têm-se também íons. Procure apresentar alguns dos possíveis íons presentes em solução da água do mar? Quais serão atraídos para o polo negativo e quais serão atraídos para o polo positivo do aparelho de condutibilidade?
2. No decorrer do experimento é adicionada fenolftaleína, sendo esse material um indicador de basicidade da solução. O que se pode notar com a adição da fenolftaleína? O que podemos afirmar com base nos seus efeitos?
3. Durante a realização do experimento utilizamos um material que é muito conhecido por vocês o “grafite” que foi retirado de um lápis, mas porque foi preciso utilizar esse material no experimento? Quais as propriedades que esse material apresenta para que fosse possível utiliza-lo?
4. Em um dos polos nota-se o borbulhamento o que pode evidenciar o desprendimento de gás. Sabendo que a solução é composta basicamente por cloreto de sódio, NaCl, qual o gás formado? Como isso ocorre?

AULA 6 – Discutindo os conceitos químicos envolvidos na Eletrólise Aquosa da Água do Mar.

Material	Plano de Ação
Aula expositiva	Apresentação dos aspectos e conceitos químicos envolvidos na Eletrólise aquosa da Água do Mar.

Objetivo Específico: Permitir que o aluno compreenda o processo de Eletrólise a partir da experimentação, bem como introduzir os conceitos de reações de oxidação e redução e movimento de elétrons.

Eletrólise Aquosa: Conceitos químicos envolvidos

Discutindo sobre o experimento:

Temos diferentes íons (cátions e ânions) dissolvidos na água do mar, e que em sua maioria possibilitam a formação de sais, o que caracteriza a água do mar como salgada. Ao mesmo tempo a presença desses íons dissolvidos na água permite a condução de eletricidade.

Remetendo-nos ao **Experimento 01**, pode-se explicitar que o mesmo tem como objetivo promover a quebra das moléculas de água, bem como a separação dos íons pela passagem de uma corrente elétrica.

Como aconteceria esta separação dos íons presentes na água do mar?

Isto pode ser explicado pela afinidade existente entre as espécies eletricamente ativas e os eletrodos imersos na água. Para melhor compreender vejamos o seguinte esquema:

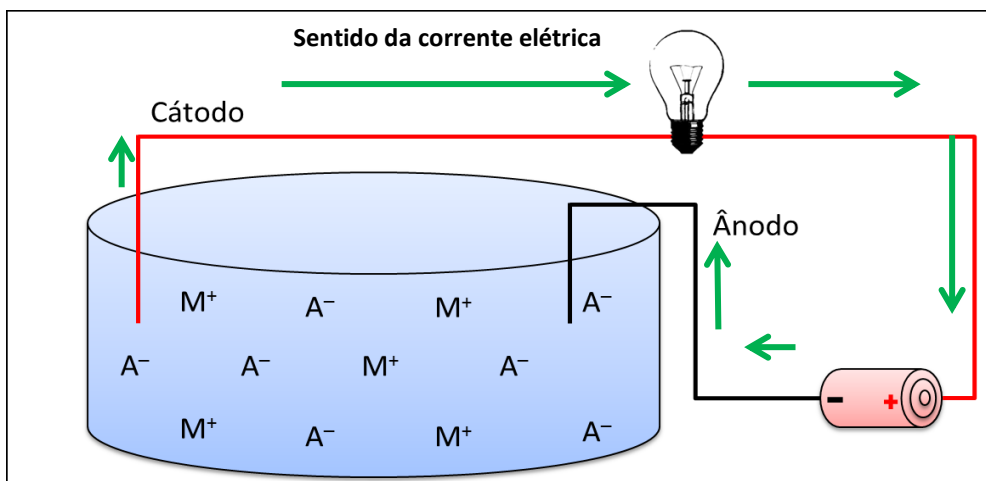


Figura 1: Esquematização do processo de Eletrólise Aquosa.

A mobilidade dos íons em solução, considerando a passagem de uma corrente elétrica, é dada pela afinidade dos íons pelos eletrodos. A tendência é que os cátions presentes em solução (íons positivos) migrem para o cátodo, e que os ânions presentes em solução migrem para o ânodo.

O que é observado durante a execução do experimento?

Quanto à presença do indicador fenolftaleína.

Dentro do recipiente contendo a água do mar é adicionado indicador fenolftaleína, e por se tratar de um meio básico a água do mar adquire a coloração rósea.

O que acontece com a água do mar durante a passagem da corrente elétrica?

Durante a passagem da corrente elétrica, os íons em solução tendem a migrar para o eletrodo de sua afinidade.

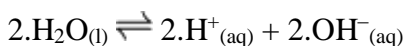
Após certo tempo, a água do mar perde a homogeneidade na coloração rósea, deixando de ser totalmente rosa.

A presença do indicador fenolftaleína confere a água uma coloração rósea, mas isto se deve a presença dos íons OH^- em solução. Antes da passagem da corrente elétrica estes ânions estão dispersos homogeneamente em solução, mas com a passagem da corrente elétrica a tendência de migração destes íons passa a influenciar na coloração da solução. Deste modo a água do mar próxima do ânodo passa a apresentar a coloração rósea, o que indica a basicidade nesta região por conta das hidroxilas concentradas nesta região. A região do cátodo passa a perder a coloração rósea, tornando-se incolor, tendo em vista a presença dos íons H^+ , que conferem características ácidas.

Com o processo de eletrólise da água do mar, tem-se além da migração dos íons presentes em solução, a formação de novas espécies químicas. Quais espécies estão presentes e quais estão sendo formadas?

Sabendo que a água do mar é composta basicamente de sais dissolvidos, dentre os quais o Cloreto de Sódio (NaCl) apresenta-se em maior quantidade. Pode-se dizer que a composição

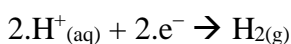
básica da água do mar se resume a água (H₂O) e Cloreto de Sódio (NaCl), sendo este encontrado dissociado nos seguintes íons Na⁺ e Cl⁻ e que a água se encontra dissociada em H⁺ e OH⁻.



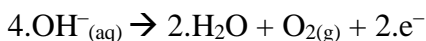
Deste modo, em solução temos: Na⁺, Cl⁻, H⁺ e OH⁻.

Com a passagem da corrente elétrica os ânions (Cl⁻ e OH⁻) tendem a migrar para o ânodo, e os cátions (Na⁺ e H⁺) para o cátodo.

Na região do cátodo ocorre a redução, ficando com insuficiência de elétrons. Neste caso os íons H⁺ sofrem a seguinte reação de redução:



O ânodo é responsável pelas reações de oxidação, apresentando-se com elétrons disponíveis. Nesta região pode vir a ocorrer duas reações de oxidação, envolvendo os ânions Cl⁻ e OH⁻, como visto a seguir:



Em ambos os eletrodos tem-se a formação de gases, H₂, O₂ e Cl₂, que podem ser notados visualmente pelo desprendimento gasoso na região dos eletrodos.

Os íons de sódio (Na⁺) permanecem dissolvidos em solução.

Em suma, a eletrólise faz-se à custa de uma redução catódica, e de uma oxidação anódica. Ela procede, pois, com a descarga (neutralização), um a um, dos cátions e dos ânions. Um aspecto interessante dentro da eletrólise é a possibilidade da ocorrência de diferentes reações, em um mesmo eletrodo, por exemplo a formação de oxigênio e cloro molecular no ânodo.

AULA 7 – Atividade Avaliativa

Material	Plano de Ação
Atividade Avaliativa	Será aplicada uma atividade sobre todos os conteúdos discutidos no decorrer da SEA.

Objetivo Específico: Investigar o que os alunos aprenderam com relação as aulas anteriores.

Atividade final

ESTA ATIVIDADE DEVE SER DESENVOLVIDA DE MODO INDIVIDUAL E SEM CONSULTA

Atividade 01_ Formação de nuvem de palavras: Para esta atividade devem ser atribuídas 10 palavras relacionadas desde as abordagens de eletroquímica até mesmo a seus processos de aplicações. OBS. Não podem ser atribuídas palavras compostas como: “ensino aprendizagem”, apenas palavras simples como: “Ensino” ou “Aprendizagem”.

Palavras relacionadas à abordagem de eletroquímica	

Atividade 02_ Texto dissertativo: Para esta atividade os alunos devem expressar entre 10 a 15 linhas, quais foram os conhecimentos adquiridos a partir destas últimas aulas. OBS. Devem expressar desde o que viram como relação aos conteúdos/ conceitos, até mesmo as suas opiniões com relação às abordagens feitas em sala de aula através dos aplicadores!

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATKINS, P. W; JONES, Loretta. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BOCCHI, N.; FERRACIN, L. C. e BIAGGIO, S. R. Pilhas e Baterias: Funcionamento e Impacto Ambiental. **Química Nova na Escola**, nº 11, p. 3-9, 2009.

GEPEQ – Grupo de Pesquisa em Educação Química. **Interações e Transformações III – A Química e a Sobrevivência**: Atmosfera – Fonte de Materiais – Química para o Ensino Médio. Livro do Aluno: Guia do Professor. São Paulo Edusp, 1998.

_____. **Eletrólise da Salmoura**. Disponível em: <<http://gepeqiusp.wix.com/gepeq#!eletrlise-da-salmoura/c14ib>>. Acesso em 16 de Nov. de 2012.

HEITLINGER, P. **SAL**. WEGEMANN, B. (Col.). e-book, 2012. Disponível em <<http://tipografos.net/ebooks/Livro-do-Sal-20.pdf>>. Acesso em 13 de Nov. de 2012

MERÇON, F.; GUIMARÃES, P. I. C. e MAINIER, F. B. Corrosão: um exemplo Usual de Fenômeno Químico. **Química Nova na Escola**, nº 19, p. 11-14, 2004.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. D. **Química na abordagem do cotidiano**. 4ª. ed. São Paulo: Moderna, v. 1, 2010.

QUADROS, A. L. Água como tema gerador do conhecimento químico. **Química Nova na Escola**, nº 20, 2004.

SANJUAN, M. E. C., SANTOS, C. V., MAIA, J. O., SILVA, A. F. A. e WARTHA, E. J. Maresia: Uma Proposta para o Ensino de Eletroquímica. **Química Nova na Escola**, v. 31, nº 3, p. 190-197, 2009.

WARTHA, E. J.; REIS, M. S.; SILVEIRA, M. P.; GUZZI FILHO, N. J. e JESUS, R. M. A maresia no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, nº 26, p. 17-20, 2007.

ANEXO B: SDE – Termoquímica.

Sequência de Ensino Aprendizagem

Combustíveis e Energia Termoquímica



Alexandre Mota Menezes
Orientador: Erivanildo Lopes da Silva



Apresentação

O presente material foi elaborada para ser aplicado em turmas do segundo ano do ensino médio. A Termoquímica é abordada de forma contextualizada, sendo relacionada principalmente com os temas: Combustíveis e Energia. A proposta apresenta leitura de textos, aulas dialógicas (debates e discussões) e experimentação.

A previsão de aplicação é de nove a dez aulas.

Sumário

Aula 01 ... Combustíveis e Energia	01
Aula 02 ... Máquina a vapor	03
Aula 03 ... Máquina a vapor, parte 2.	05
Aula 04 ... Motor de Carro	07
Aula 05 ... Calor Específico	09
Aula 06/07 ... Teoria do Calórico.....	12
Aula 08 ... Energia pra vida	16
Aula 09 ... Prova	18
Referências Bibliográficas	19

Aula 01

Combustíveis e Energia

Material	Plano de Ação
<ul style="list-style-type: none"> • Texto Informativo • Questionário 	<ul style="list-style-type: none"> • 1 - Leitura e discussão do texto “Combustíveis e Energia”. • 2 - Aplicação do questionário

Atividade 1 - Texto

Combustíveis e Energia

Os processos de obtenção de energia têm o calor, proveniente das reações de combustão como sua principal fonte. Materiais diferentes quando queimados, fornecem diferentes quantidades de Energia. Por isso ao longo do tempo a madeira foi sendo substituída pelo carvão vegetal, este pelo o carvão mineral, até se chegar ao petróleo. A eficiência energética do petróleo ao ser queimado é umas das razões de seu grande consumo, em relação a outros combustíveis. A tabela a seguir mostra o potencial energético de vários combustíveis.

Combustível	Calor produzido
Lenha	2524 cal/g
Álcool combustível	6 507 cal/g
Gasolina com 20% de álcool	9 700 cal/g
Óleo diesel	10 730 cal/g
Querosene	10 800 cal/g
GLP	11 730 cal/g
Gasolina sem álcool	11 220 cal/g
Hidrogênio	28 900 cal/g

Tabela 1: Combustíveis e valor do calor liberado na combustão.

Fonte: Gepeq – Interações e Transformações. São Paulo: Editora USP, 1993. P. 214. (Adaptado).

A queima desses combustíveis libera na atmosfera gases tóxicos que causam danos ambientais, como o efeito estufa. Alguns combustíveis geram baixa quantidade desses gases, porém produzem pouca energia, sendo necessária a queima em maior quantidade. Como consequências acabam lançando mais gases na atmosfera.



Atividade 2 - Questionário

1. De acordo com o texto todos os combustíveis podem gerar energia na forma de calor. Mas em sua opinião o que é calor?
2. O texto fala que os combustíveis liberam energia ao serem queimados, ou seja, ao sofrerem combustão (reação de combustão). Como essa energia liberada pode ser aproveitada? Todas as reações (químicas) liberam energia? Argumente.
3. No final do século XVIII tínhamos locomotivas movidas a vapor de água com o passar do tempo passaram a ser à base de óleo diesel. Hoje temos outros veículos, como os carros, movidos à gasolina, a álcool e até mesmo à energia elétrica. Essa evolução tecnológica aconteceu por acaso? Procure apontar alguns aspectos científicos (da química) que contribuíram para essa evolução.
4. Como vimos na tabela os diferentes combustíveis libera quantidades diferentes de energia. Um grama de álcool, por exemplo, libera 6 507 cal/g, já um grama de gasolina sem álcool libera 11 220 cal/g. Como podemos explicar este fato? Apesar do óleo diesel liberar mais energia que a gasolina por que ele não é empregado na grande maioria dos veículos?
5. Dois amigos passeavam na praça durante uma noite fria, um deles se sentou em banco de madeira e metal. Ao tocar a parte de madeira ele não falou nada, porém ao tocar no metal ele reclamou: o metal está muito gelado. Como você explica a sensação de frio? Por que ele apenas reclamou que o metal estava gelado e não da madeira? Apresente argumentos para concordar ou discordar da ideia que o metal é mais “gelado” que a madeira.
6. Ouve-se dizer que alguns alimentos são mais calóricos que outros, por exemplo, a castanha de caju teoricamente é mais calórica que o amendoim. Em sua opinião o que caracteriza o alimento ser mais calórico que outro? Como um elemento mais calórico pode provocar as tais gordurinhas indesejadas?
7. A temperatura do nosso corpo é de aproximadamente 36°C, um pouco maior que a do ambiente (25°C). Quando estamos com Febre a temperatura do nosso fica superior a 37° C, Consequentemente uma pessoa em estado febril senti mais frio que uma pessoa sã, considerando que as duas estejam em um mesmo ambiente com Temperatura igual a 25° C. Explique esse fenômeno.

Aula 02

Máquinas a Vapor

Material	Plano de Ação
<ul style="list-style-type: none"> • Texto Informativo. • Questionário. • Trabalho de Pesquisa. 	1 - Leitura e discussão do texto “As Primeiras máquinas a Vapor”. 2 - Resolução de Exercício. 3 - Pesquisa para aprofundar o conhecimento.

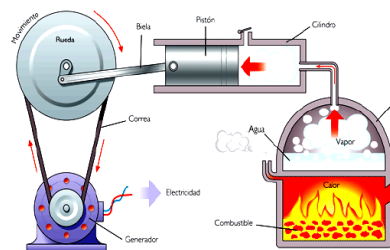
Atividade 1 - Texto

As Primeiras Máquinas a vapor

Em 1698, Thomas Savery (1650-1715), mecânico inglês, patenteou a primeira máquina a vapor realmente prática, uma bomba para drenagem de água de minas. Em 1712, Thomas Newcomen (1663-1729), ferreiro inglês, inventou outra máquina a vapor para esvaziamento da água de infiltração das minas.

O desenvolvimento da máquina a vapor no século XVIII contribuiu para a expansão da indústria moderna. Até então, os trabalhadores eram executados na dependência exclusiva da potência dos músculos dos operários e da energia animal. Do vento ou da água. Uma única máquina a vapor realizava o trabalho de centenas de cavalos. Fornecia a energia necessária para acionar todas as máquinas de uma fábrica. Uma locomotiva a vapor podia deslocar cargas pesadas a grandes distâncias em um único dia. Os navios a vapor ofereciam transporte rápido, econômico e seguro. As máquinas a vapor revolucionaram a forma de produzir e transportar, sua invenção foi um marco tecnológico e histórico. A Inglaterra saiu na frente na modernização, entre os vários fatores está a grande quantidade de carvão mineral, principal combustível usado naquela época.

Como funciona uma máquina a vapor?



Observa-se na figura logo abaixo que a energia térmica é usada para fazer com que a água evapore, e que o vapor é bloqueado por um pistão, à medida que o tempo vai passando vai aumentando a quantidade de vapor bloqueado, o que acontece com o pistão com o aumento dos vapores de água?

Uma máquina a vapor não cria energia, utiliza o vapor para transformar a energia térmica liberada pela queima de combustível em movimento de rotação e movimento alternado de vaivém, a fim de realizar trabalho. Uma máquina a vapor possui uma fornalha, na qual se queima carvão, óleo, madeira ou algum outro combustível para produzir energia térmica. Em uma usina atômica um reator funciona como uma fornalha e a desintegração dos átomos (fissão) gera o calor. Uma máquina a vapor dispõe de uma caldeira. O calor proveniente da queima de combustível leva a água a transformar-se, e ocupa um espaço muitas vezes maior que o ocupado pela água.

Orientações

A figura 01 deve ser usada na discussão. Pode ser entregue impressa ou/e exposta em DataShow. O Anexo 1 pode ser distribuído aos alunos para que eles possam discutir e descrever o funcionamento da máquina.

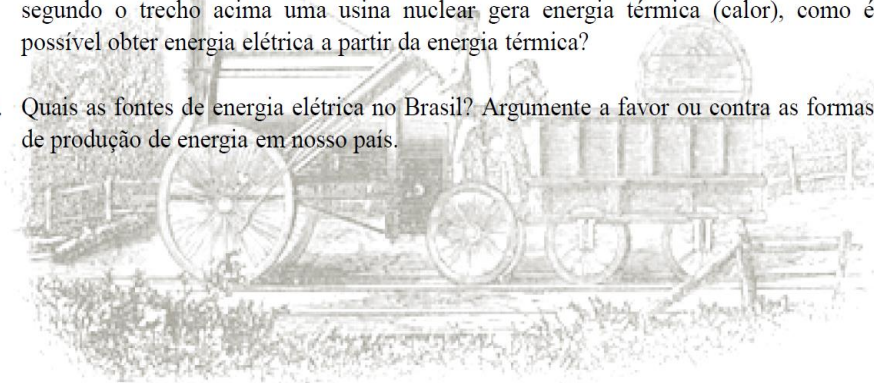
Atividade 2 - Questionário

1. O desenvolvimento de máquinas a vapor no século XVIII possibilitou o surgimento da indústria moderna, ocorrendo à chamada Primeira Revolução Industrial. Qual o impacto de tal revolução na época?
2. Uma única máquina a vapor pode realizar o trabalho de centenas de cavalos. Como isso é possível? Explique o funcionamento de uma máquina a vapor? Cite exemplos de máquinas a vapor.
3. As primeiras máquinas a vapor funcionavam com a queima do carvão mineral, combustível mais usado naquela época, mas atualmente quais os combustíveis são os mais utilizados? Em sua opinião a queima desses combustíveis agride o meio ambiente? Por quê?



Atividade 3 - Pesquisa

1. Uma máquina a vapor possui uma fornalha, na qual se queima carvão, óleo, madeira ou algum outro combustível para produzir energia térmica. Em uma usina atômica um reator funciona como uma fornalha e a desintegração dos átomos gera o calor. Com base nesse trecho retirado do texto acima faça uma pesquisa sobre os seguintes questionamentos:
2. Os EUA utilizam várias usinas nucleares para geração de energia elétrica, mas segundo o trecho acima uma usina nuclear gera energia térmica (calor), como é possível obter energia elétrica a partir da energia térmica?
3. Quais as fontes de energia elétrica no Brasil? Argumente a favor ou contra as formas de produção de energia em nosso país.



Orientações

The "Rocket."

Essa pesquisa será a base para o início da próxima aula, então é importante que os alunos conheçam a importância dessa pesquisa para que as próximas discussões não sejam prejudicadas.

A pesquisa deve ser uma atividade para ser realizada em casa.

PROCEDIMENTO

- 1 – preparem a lamparina colocando uma quantidade suficiente de álcool etílico para que a combustão possa ser realizada.
- 2 – determine a massa do sistema “álcool + lamparina” antes da combustão e anote.
- 3- determinem a massa do erlenmeyer vazio e anotem a massa obtida.
- 4 – meçam 100 ml de água em uma proveta e transfiram para o erlenmeyer. Envolvam as paredes laterais do erlenmeyer com jornal e prendam com uma fita-crepe. Prendam-no no suporte utilizando a garra.
- 5 – meçam a temperatura da água e anotem.
- 6 – acendam a lamparina e coloquem-na sobre o suporte com a tela de amianto, para aquecer a água do erlenmeyer durante aproximadamente 5 minutos. Após esse tempo, apaguem a lamparina e meçam a temperatura da água, anotando seu valor. Deixem a lamparina esfriar e determinem a massa do sistema “álcool + lamparina” após a combustão.

Obs: os mesmos procedimentos devem ser realizados para determinação do calor de combustão do querosene, substituindo o álcool por ele

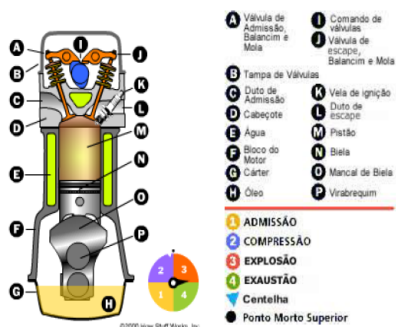
QUESTÕES

- 1 – Escrevam a equação que representa a reação de combustão do etanol.
- 2 - O valor tabelado do calor de combustão do álcool é -1369KJ/mol. Compare esse valor com o obtido pelo seu grupo e discutam as possíveis causas do erro no experimento que podem ter levado a um resultado com um grande desvio.
- 3 - Por que o sinal de combustão tem um valor negativo?
- 4 – Qual é a função do jornal usado para envolver as paredes laterais do erlenmeyer?

Que tipo de energia é liberada em uma combustão?

O combustível (diesel, álcool, gás ou gasolina) é queimado dentro do motor para criar a energia térmica, e este gera movimento dentro do motor. A energia liberada na queima, na combustão, é chamada de calor de combustão, todas as reações de combustão são liberam energia, ao representar o calor liberado por uma reação desse tipo, o valor deve vim antecedido por um sinal de negativo, indicando que a energia está sendo liberada.

Quase todos os carros atualmente usam o que é chamado de ciclo de combustão de 4 tempos para converter a gasolina em movimento. Ele também é conhecido como ciclo Otto, em homenagem a Nikolaus Otto, que o inventou em 1867.



São quatro etapas para o funcionamento do motor:

1. A válvula de admissão se abre enquanto o pistão se move para baixo, levando o cilindro a aspirar e se encher de ar e combustível. Essa fase é a admissão. Somente uma pequena gota de gasolina precisa ser misturada ao ar para que funcione.

2. O pistão volta para comprimir a mistura ar-combustível. É a compressão, que torna a explosão mais potente.
 3. Quando o pistão atinge o topo do seu curso, a vela de ignição solta uma centelha para inflamar a gasolina. A gasolina no cilindro entra em combustão, aumentando rapidamente de volume e empurrando o pistão para baixo.
 4. Assim que o pistão atinge a parte de baixo do seu curso, a válvula de escapamento se abre e os gases queimados deixam o cilindro através do tubo existente para esse fim. (FONTE: <http://carros.hsw.uol.com.br/motores-de-carros.htm>).
- Agora o motor está pronto para o próximo ciclo, aspirando novamente ar e combustível.

Todos os combustíveis liberam a mesma quantidade de Energia?

O óleo diesel libera mais energia porém é mesmo usado que a gasolina, os valores de energia liberados por cada um estão representados abaixo. Como você explica isso?

Óleo diesel	10 730 cal/g
Gasolina com 20% de álcool	9 700 cal/g

A equação abaixo representa a combustão desses combustíveis.

Gasolina 20% de álcool + gás oxigênio → gás carbônico + água + 6 507 cal/g.

Óleo Diesel + gás oxigênio → gás carbônico + água + 10 730 cal/g

O princípio por trás de qualquer motor de combustão interna: se você colocar uma pequena quantidade de combustível de alta energia (como a gasolina) em um espaço pequeno, fechado e acendê-lo, uma incrível quantidade de energia é liberada, além dela, alguns gases tóxicos como o dióxido de carbono também é liberado.

A energia pode ser usada para impulsionar alguma máquina, exemplo um carro. Neste caso, a energia é transformada em movimento.

<http://www.wmnett.com.br/funcionamento-motor-carro.html>

Atividade - Pesquisa

1. O princípio por trás de qualquer motor de combustão interna: se você colocar uma pequena quantidade de combustível de alta energia (como a gasolina) em um espaço pequeno, fechado e acendê-lo, uma incrível quantidade de energia é liberada, além dela, alguns gases tóxicos como o dióxido de carbono também é liberado.
2. O trecho retirado do texto da aula passada fala que a queima de combustíveis liberam gases tóxicos no meio ambiente. Quais os principais efeitos desses gases tóxicos? Você percebe em sua cidade os efeitos deles? Quais as alternativas para diminuir a emissão de gases tóxicos? Descreva a reação de combustão de alguns combustíveis.

Orientações

Esta atividade pode ser feita em sala de aula (trabalho de pesquisa) ou pode ser uma tarefa para casa. Pode ser feito um pequeno relatório com fotos, ou uma pequena apresentação em cartazes onde os alunos tragam fontes de poluição da sua cidade e os danos que elas causam.

Aula 04

Motor de Carro

Material	Plano de Ação
<ul style="list-style-type: none"> • Texto • Material experimental; 	Discussão do tema gases poluentes e discussão sobre transferência de energia.

Orientações

Nessa aula o aluno pela primeira vez terá que discutir a definição do que é calor. Espera-se que ele coloque as experiências vividas no cotidiano e nas últimas aulas em prática para que construa uma definição para o calor.

Os gases poluentes

A combustão é uma das principais fontes geradoras de energia. Cerca de 90% dos gases liberados na atmosfera, resíduos de atividades humanas, originam-se de reações de combustão produzidas, em sua grande maioria, por veículos automotivos e atividades industriais. Além de causar danos à saúde humana, esses gases provocam a deterioração de diversos materiais, como ouro, borracha, materiais sintéticos, tecidos, pigmentos, papel, metais, entre outros. Essa deterioração exige manutenção frequente dos equipamentos, levando muitas vezes à necessidade de conserto e substituição de peças.

Além do dióxido e do monóxido de carbono, outros gases são produzidos na queima de combustíveis fósseis. Outro fator que contribui muito para a poluição do ar é a falta de regulação dos motores automotivos. Um motor mal regulado não fornece misturas adequadas de ar-combustível, favorecendo a combustão incompleta que gera o gás tóxico monóxido de carbono (CO) e a fuligem (C). Os motores devem ser bem regulados para que produzam menor quantidade de poluentes e consumam menos combustível.

Embora muitos possam imaginar que carvão só serve para fazer churrasco, seu consumo no Brasil é elevado. Um dos maiores consumidores dessa fonte energética é a siderurgia, que consome, anualmente, cerca de 3,5 milhões de toneladas de carvão vegetal. O carvão é matéria-prima essencial por ter função dupla: como combustão que aquece os altos-fornos e como reagente que consome o oxigênio do minério (Fe_2O_3) na produção do metal (Fe).

Além da análise do teor calorífico do carvão, devemos levar em conta seu custo ambiental e social. Apesar da grande vantagem de ser uma fonte renovável, a existência de carvoarias ilegais estão associadas a diversos problemas: o desmatamento ilegal; o despejo na atmosfera de grandes quantidades de gases e resíduos tóxicos; as péssimas condições às quais são submetidos os trabalhadores, chegando ao trabalho escravo; e a prática do trabalho infantil.

No Brasil, desde 1993, há legislação sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores. Essa lei obriga os fabricantes de automóveis a produzirem veículos que emitam menores quantidades de gases (CO, NOx, hidrocarbonetos e aldeídos) e material particulado (fuligem). Cabe destacar que essas metas são possíveis somente via investimento em pesquisa desenvolvimento de tecnologias. É por isso que os veículos atuais, apesar de utilizarem motores mais potentes, consomem menor quantidade de combustível e poluem menos.

Ocorre que não basta ter legislação para que o desenvolvimento tecnológico propicie melhores condições ambientais. Por exemplo, no Brasil foi desenvolvido um programa e uma legislação para melhorar a qualidade do óleo diesel. Apesar disso tudo, os fabricantes e a Petrobrás não investiram o suficiente para alcançar as metas estabelecidas em 2002, segundo as quais, até 2009, o diesel deveria ter, no máximo, 50 partes de enxofre por milhão (pmm) – o chamado diesel S-50. As metas não foram cumpridas e, em vez de penalizar os responsáveis, adiou-se o prazo para atingi-las. Dessa forma, o país continuou a queimar um tipo de óleo diesel que libera na atmosfera muito mais partículas de enxofre do que deveria.

Resultado, o óleo diesel brasileiro permaneceu por um longo tempo como um dos piores do mundo, tanto em rendimento energético quanto em emissão de enxofre. Em termos de produção de monóxido de carbono e de óxido nitroso, o óleo diesel não polui mais do que a gasolina ou o álcool em veículos bem regulados, todavia, o seu problema está na elevada emissão de material particulado, como a fuligem que se deposita nos pulmões e provoca câncer. Além disso, o óleo diesel gera uma grande quantidade de enxofre que provoca diversas doenças respiratórias, causando a morte de milhares de pessoas que residem em grandes centros urbanos.

Questões Problemáticas

1) Relacione medidas que poderiam ser adotadas pela população em geral, pelo governo, pelos empresários e pelos institutos de pesquisa de ciência e tecnologia para diminuir a poluição atmosférica oriunda dos automóveis?

2) Cite atitudes que os proprietários de automóveis devem adotar para diminuir a poluição atmosférica.

Enumere as vantagens e desvantagens do uso dos seguintes combustíveis: lenha, carvão vegetal, carvão mineral, gasolina e álcool

O que acontece se colocarmos um copo de papel ou um balão de aniversário sobre a chama de uma vela? Mas se o copo de papel ou o balão tiverem água em seu interior? O que vai ocorrer?

Material necessário:

- Copo de papel;
- Balão (bexiga) de aniversário feito látex;
- 1 metro de fio de arame grosso;
- Água;
- Uma vela e uma caixa de fósforo.

Procedimento:

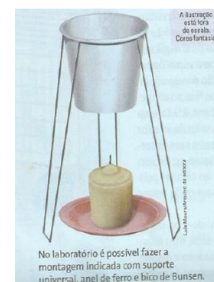
Entorte o arame grosso, de modo que forme um suporte para o copo de papel com altura um pouco maior que a da vela a ser utilizada, com cerca de 20 cm

Coloque água no copo até aproximadamente 1/3 de sua capacidade e posicione o copo no suporte. Acenda a vela, coloque sob o suporte e observe o aquecimento. O que ocorre?

Agora, coloque um pouco de água no interior do balão de aniversário, infle o balão e amarre a extremidade. Acenda um palito de fósforo e coloque a chama diretamente sob a parte do balão em que a água se acumulou.

Problematicando o Experimento

1. Sabendo que o isqueiro contém álcool em seu interior, qual a reação que está se processando quando o mesmo está esquentando a colher? Essa reação libera ou absorve energia? Que nome pode ser dado a esse tipo de reação? Descreva a reação de combustão do álcool.
2. No momento em que a chama está em contato com a colher o que acontece com a mesma? Que nome pode-se dar a este processo? Explique sua resposta.
3. Os carros possuem um sistema de arrefecimento, ele é responsável por resfriar o motor do carro, impedindo o superaquecimento, mesmo com esse sistema um motor do carro funciona com temperatura entre 90°C e 110°C, já pensou se não houvesse esse sistema? Esse sistema está representado pela figura ao lado:
 - A) O que aconteceria com o motor do carro caso ele não fosse resfriado?
 - B) Explique o resfriamento do carro fazendo referência ao experimento realizado em sala de aula.



Orientações

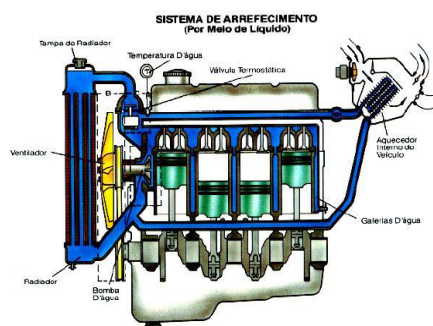
Após esse questionamento o aluno deve apresentar a ideia que o calor está sendo transferido da colher para a água. Então o professor deve questionar o aluno: Por que a colher não absorveu o calor da água? Como as medidas de temperatura foram feitas os alunos devem dizer que a colher está com maior temperatura então a discussão deve chegar a seguinte conclusão: A temperatura não mede a quantidade de calor, mas nos dizer a direção em que o calor está tomando. Exemplo, a água está em menor temperatura o calor será transferido da colher com maior temperatura para a água com menor temperatura. Logo, espontaneamente o calor sempre vai percorrer o caminho: Saindo do material com maior temperatura; e chegando ao material com menor temperatura.

Solução e discussão dos problemas

O álcool sofre a reação de combustão, essa reação é exotérmica, libera energia. As reações que absorvem energia são chamadas de Endotérmicas. Quando a chama do isqueiro entra em contato com a colher ocorre a transferência de energia térmica da chama para a colher. Se pensarmos em relação à colher ele está absorvendo o calor da chama logo é um processo endotérmico, mas em relação à chama é exotérmico, pois ela está perdendo calor para a colher.

A água ao entrar em contato com a colher quente vai absorver calor da colher. Pensando em relação à água o processo é endotérmico, pois ela está absorvendo o calor da colher, já pensando em relação à colher o processo é exotérmico, pois a colher está perdendo calor para água. A água do radiador do carro percorre tubos do motor para absorver o calor em excesso, a energia térmica que não foi convertida em energia mecânica. A figura abaixo explica melhor o sistema de resfriamento de um carro.

Resfriamento de um motor de automóvel



Assim como no experimento a água absorve o calor, não existe um motor com 100% de eficiência, a maior parte da energia produzida por um motor é perdida e não sendo utilizada. Observe que a água circula pelo motor através de mangueiras de alumínio e vai resfriando o motor, mas chega um momento em que essa água estará aquecida não resfriando o motor, e agora? A água que chega do motor ao radiador é resfriada por um ventilador e pelo ar natural que entra em contato com o motor quando ele está em movimento, após ser resfriada ela volta a circular pelo motor, tentando evitar seu superaquecimento.

Orientações

É importante debater ao final da aula algumas questões:

Mas Afinal o que é o Calor? É Possível medir a quantidade de calor que um corpo tem?

Caso não haja tempo essas questões podem ser uma tarefa a ser respondida na próxima aula.

Aula 05

Calor Específico

Material	Plano de Ação
<ul style="list-style-type: none"> Quadro Negro Material Experimental: Termômetro Talheres de alumínio Blocos de madeira Questionário 	<ol style="list-style-type: none"> Realização do experimento. Discussão do experimento. Discussão do conteúdo: Calor e equilíbrio térmico. Apresentação e discussão de problemas durante o debate dos conteúdos.

Atividade Experimental

1. Distribuir a todos os alunos o seguinte questionário:

Experimento 01.
<p>Procedimento:</p> <p>Toque o material de madeira e de alumínio e responda o seguinte questionário.</p>
<p>Qual material está com a temperatura mais baixa? Explique sua resposta.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>Qual material apresenta maior quantidade de calor? Explique sua resposta.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>Sabendo que seu corpo apresenta temperatura próxima a 36°C, pela sensação do toque estime a temperatura do material de madeira e de alumínio?</p> <p>Alumínio:</p> <p>Madeira:</p>

2. Distribuir os talheres de alumínio e os blocos de madeira aos alunos pedindo pra que toque os dois ao mesmo tempo e respondam o questionário que lhes foi entregue.
3. Recolher todo o material.
4. Medir a temperatura dos dois materiais.

Orientações

É importante discutir o seguinte:

Percebe-se que os dois materiais estão na mesma temperatura, apesar de sentirmos um material de alumínio mais “frio”. Explique este fenômeno e compare com sua resposta anterior. Essa pergunta só colocará as ideias dos alunos em conflito, não precisa ser respondida ainda, mas é de essencial importância para o seguimento da discussão.

Os alunos que sentem o material de alumínio por último as vezes sentem ele quente. É importante discutir porque isso aconteceu.

Discussão do Experimento

Os dois materiais apresentam a mesma temperatura. Mas por que conseguimos sentir o alumínio mais frio que a madeira?

Qual a Temperatura do material de alumínio?

Qual a temperatura do nosso corpo? Da nossa mão?

Há uma diferença entre a temperatura do nosso corpo e do material de alumínio?

Então, considerando agora a temperatura da nossa mão maior que a do alumínio e da madeira, explique o que acontece ao tocarmos o alumínio?

Distribuir novamente os talheres para os alunos, e pedirem para eles segurarem durante X tempo.

A sensação de gelado sentida de imediato desaparece com o passar do tempo. Explique esse fenômeno com suas palavras.

Eles devem perceber que com certo tempo os corpos entram em equilíbrio térmico, ou seja, atingem a mesma temperatura encerrando a transferência de calor.

Vimos que ao tocarmos o alumínio perdemos calor para o mesmo, pois nossa mão está em um maior estado de energia. Logo a transferência de energia da mão para o alumínio, ou seja, do com maior temperatura para o de menor. Vimos também que a temperatura indica que a orientação da transferência de energia, e com o passar de certo tempo à transferência de energia para, ou seja, os corpos se encontram em equilíbrio térmico.

Por que não sentimos a madeira “gelada”? Na aula passada vimos que os dois materiais tem a mesma temperatura, mas por que não sentimos a madeira “fria”?

Os materiais são iguais? Suas composições são iguais?

Já que são diferentes apresentam propriedades diferentes.

Todo material apresenta uma propriedade conhecida como calor específico. O calor específico pode ser definido como a quantidade de calor que um grama de determinado material deve ganhar ou perder para que sua temperatura varie em um grau Celsius. Um material que possua alto calor específico aquece — e também esfria — muito mais lentamente do que um material de baixo calor específico. A unidade de calor específico é cal/g°C. Ou seja, quantidade de calor necessário em calorias para elevar ou reduzir em 1°C uma unidade de grama de uma substância.

Então qual material tem o maior calor específico? Madeira ou Alumínio?

Quando sentimos o alumínio frio significa que ele está absorvendo o calor do nosso corpo. Mas a madeira está na mesma temperatura do alumínio, por que não a sentimos fria também? A madeira absorve calor do nosso corpo, mas devido seu calor específico à rapidez dessa transferência é diferente. Então, em qual matéria a rapidez é maior? Qual material apresenta o maior calor específico?

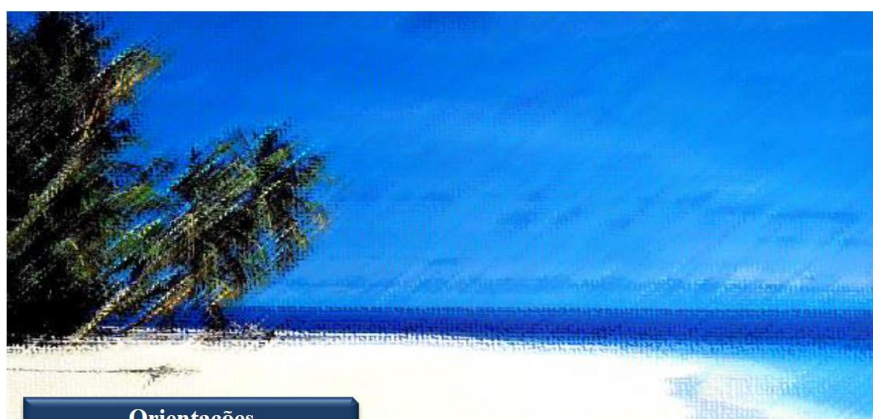
Questionário

1. No hospital com o ar condicionado ligado, a recepção chega a 24°C. Nela dois amigos chegam levando um terceiro amigo que está febril. Dois deles estão achando o clima agradável, porém o rapaz doente reclama que está com muito frio. Não esqueça que a temperatura de uma pessoa febril é maior que uma pessoa sã. Explique utilizando os conceitos debatidos anteriormente essa situação.
2. Com a chegada do inverno, Mário resolveu ir sair para o shopping, após o banho ele pede a sua mãe: Ohhhh Mãeee pegue um casaco bem quentinho eu vou sair. Você concorda com a afirmação de Mário que o casaco é quentinho? Argumente com suas palavras.
3. Analisando os valores do calor específico das substâncias da tabela abaixo, coloque-os em ordem crescente, daquele que apresenta maior facilidade de aquecer ao que apresenta menor.

Tabela 2: Representação de algumas substâncias e seus valores de calor específico.

Substância	Calor específico
Água	1,000 cal/g°C
Álcool	0,600 cal/g°C
Chumbo	0,031 cal/g°C
Hélio	1,250 cal/g°C
Prata	0,056 cal/g°C
Solo	0,250 cal/g°C

4. Um fenômeno comumente observado é que em dias de sol “forte” enquanto os carros, o solo, a areia da praia estão quentes, as águas dos rios, mares estão “frias”. Explique.



Orientações

Esse questionário é essencial para que os alunos apliquem o conhecimento. Caso não haja tempo em sala de aula, pode ser aplicado como tarefa de casa, que será posteriormente corrigido pelo professor.

Aula 06/07

Teoria do Calórico

Material	Plano de Ação
<ul style="list-style-type: none"> • Texto impresso. • Material para aula experimental 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Leitura de Texto. 2. Experimentação.

Atividade 1 - Texto

Como é possível determinar a energia liberada por uma reação química?

Até a segunda metade do século 19, a medição e o cálculo da quantidade de calor baseava-se na teoria do calórico (Brown, 1950), essa teoria científica supunha a existência de um fluido invisível e inodoro, chamado calórico, que todos os corpos conteriam em quantidades determinadas em sua composição, que era denominado como o causador das alterações de temperatura. Quanto maior a quantidade de calórico, maior a temperatura do corpo, para cada corpo, a uma quantidade finita.

A quantificação do calor estava bem estabelecida, e era feita através de aparelhos próprios de medição tanto para o calor latente, quanto para o calor específico tudo com base nos trabalhos de Black, no século 18. As quantidades sensíveis de calor eram calculadas por uma expressão do tipo $Q = m c \Delta T$, onde Q representa a quantidade de calor, m a massa e c o calor específico e ΔT a variação de temperatura.

Questão para discussão

Você concorda com a teoria do calórico ao falar que os corpos possuem um fluido invisível e inodoro, chamado calórico, o corpo com baixa temperatura apresenta pouco calórico e com alta temperatura bastante calórico? Essa equação apresentação e desenvolvida com base nessa teoria é capaz de calcular o calor envolvido em uma reação? As máquinas a vapor foram desenvolvidas durante a regência dessa teoria? Através dessa teoria é possível explicar o funcionamento de uma máquina a vapor?

Atividade Experimental

Objetivo: Investigar o calor envolvido em duas reações químicas sendo uma endotérmica e outra exotérmica.

Material

- Recipiente de isopor;
- Termômetro;
- Água;
- Cloreto de amônio;
- Hidróxido de sódio.

Procedimentos

Reação Endotérmica	Reação Exotérmica
1. Adicione ao calorímetro 50 mL de água.	1. Adicione ao calorímetro 50 mL de água.
2. Meça exatamente a temperatura da solução ($T_{\text{início}}$).	2. Meça exatamente a temperatura da solução ($T_{\text{início}}$).
3. Adicione aproximadamente 5 g de cloreto de amônio e tampe rapidamente o calorímetro. Agite suavemente para misturar bem a solução até torná-la homogênea.	3. Adicione aproximadamente 1 g de hidróxido de sódio e tampe rapidamente o calorímetro. Agite suavemente para misturar bem a solução até torná-la homogênea.
4. Observe atentamente a variação da temperatura do sistema até que ela atinja um valor máximo estabilizado, o qual será considerado o valor da temperatura final (T_{final}).	4. Observe atentamente a variação da temperatura do sistema até que ela atinja um valor máximo estabilizado, o qual será considerado o valor da temperatura final (T_{final}).

Aconteceram duas situações adversas. Em um dos calorímetros a dissociação fez com que a solução resfriasse e em outro aquecesse? Como você explica isso? Calcule usando a equação fornecida pela teoria do calórico o calor envolvido nos dois processos.

Cálculo:

Para os cálculos será desprezada a capacidade calorífica do calorímetro (constante calorimétrica). O experimento apresentará resultados razoáveis, o correto seria levar em consideração a constante do calorímetro, mas os objetivos da aula podem ser alcançados sem o mesmo.

Segundo a teoria do calórico podemos calcular o calor seguindo a seguinte equação:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Sendo: Q o calor, m a massa, c o calor específico e ΔT a variação de Temperatura ($T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}}$).

Então em nosso caso temos que encontrar o calor (Q), como mediu-se a temperatura antes de adicionar os reagentes e depois de adicioná-lo, temos então T_{inicial} e T_{final} respectivamente.

Usamos um volume de 50 mL de água, considerando a densidade da água é aproximadamente 1g/mL, usando a equação da densidade temos $m = 50\text{g}$.

O calor específico da água também é conhecido com valor igual a 1 cal/g °C.

Substituindo os valores encontra-se o calor envolvendo nos dois processos.

Orientações

Os alunos apresentam dificuldades em classificar os processos em endotérmicos e exotérmicos. Eles analisam apenas a água não considerando o sal, o que ocasiona erros conceituais. Isso acontece pela dificuldade de visualizar o processo microscopicamente. (MENEZES, A. M. et al. 2013). Para tentar diminuir essa lacuna desenvolve-se as atividades apresentadas na sequência..

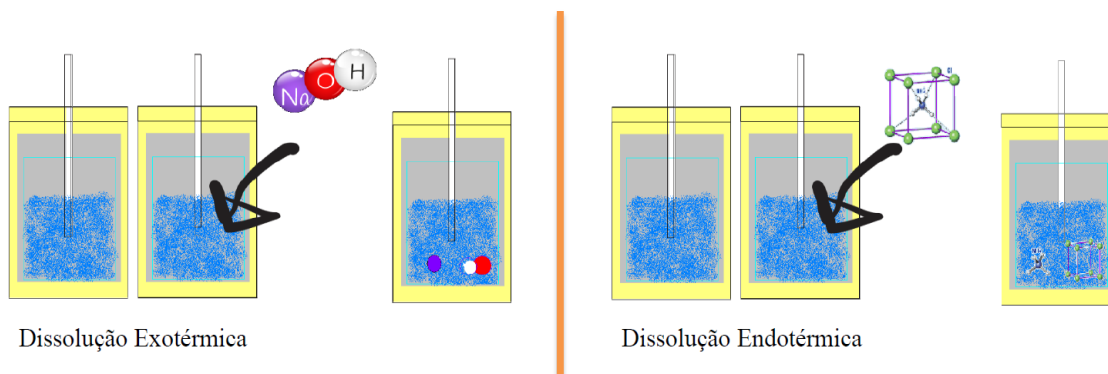
O que aconteceu em cada calorímetro?

Orientações

Nesse momento o processo deve discutir detalhadamente os resultados, levando em consideração as seguintes questões: 1 – O calorímetro é um isolante térmico, então o que ocasiona o aquecimento ou resfriamento da água, sendo que calor não pode entrar nem sair do calorímetro?

O professor deve mediar a discussão para que os saís sejam a conclusão final da discussão. Porém como esses saís irão interferir na temperatura?

O professor então discute as seguintes simulações:



DISSOLUÇÃO ENDOTÉRMICA: ocorre quando a energia absorvida para separar as partículas do soluto (dissociação) for maior que a energia liberada na sua solvatação. Neste caso, o meio externo sofrerá um resfriamento, pois perderá energia para o meio onde ocorre a dissolução. Ou seja, o resfriamento da água é um processo exotérmico, pois a água perde o calor, porém a dissolução é endotérmica, pois a energia que a água perdeu é usada para quebra às ligações.

NOTA

Os alunos costumam atribuir esse processo como exotérmico.

DISSOLUÇÃO EXOTÉRMICA: ocorre quando a energia absorvida para separar as partículas do soluto (dissociação) for menor que a energia liberada na sua solvatação. Neste caso acontece liberação de energia para o meio externo e este será aquecido. Então, o que se observa é um aumento na temperatura da água, ou seja, ela ganha energia térmica (processo endotérmico), porém essa energia é oriunda da dissolução, ou seja, a quebra das ligações libera energia, processo exotérmico.

NOTA

Os alunos atribuem esse processo como endotérmico.

É importante o professor ter atenção com esse conceitos. As atividades anteriores foram elaboradas para que isso não ocorra.

Discussão e aprofundamento do conteúdo

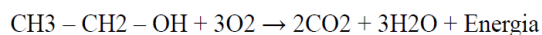
A teoria do calórico foi derrubada e hoje não é mais aceita, isso aconteceu devido o surgimento da termodinâmica, mas a mesma termodinâmica que derrubou a teoria do calórico comprou que seus cálculos estão corretos.

Durante as reações químicas ligações são quebradas e formadas. No rompimento das ligações há absorção de energia (processo endotérmico), na formação de ligações libera energia (processo exotérmico). O saldo energético entre a energia absorvida na ruptura das ligações e a energia liberada na formação de ligações determina o ΔH de uma reação.

Energia de ligação é a energia absorvida na quebra de 1 mol de ligações, considerando reagentes e produtos no estado gasoso, a 25 °C e 1 atm.

Se uma reação química libera energia qual etapa da reação apresenta mais energia envolvida?

Vamos tomar como exemplo a reação de combustão do álcool.



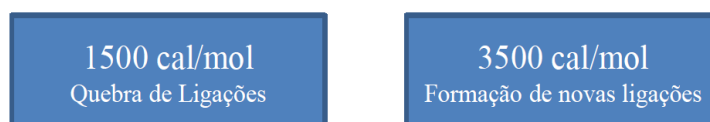
Sabemos que essa reação libera energia, mas afinal o que isso significa?

Como foi citada anteriormente, a quebra de ligação absorve energia, é um processo endotérmico. Isso significa que as quebras das ligações do Etanol e do gás oxigênio durante a reação precisa de energia. Porém essa reação não absorve energia, ela é uma reação exotérmica, ou seja, libera energia. A formação de ligações químicas é um processo exotérmico libera energia. Então a formação do gás carbônico e da água libera energia. Mas se a primeira etapa da reação absorve energia e a segunda libera, por que a reação é exotérmica e libera energia?

O que acontece é que a energia envolvida na formação das ligações é maior que na quebra delas. Por exemplo, vamos supor que a quebra das ligações precisem de 1500 calorias por mol e que a formação das novas ligações liberem 3500 calorias por mol a reação seria endotérmica ou exotérmica?

É simples, observe o esquema:

Quebra das ligações absorve 1500cal/mol , porém a formação libera 3500 cal/mol. No total temos:



Logo é energia envolvida na reação é $E = E(\text{quebra de ligações}) - E(\text{formação de ligações})$. Essa energia é a entalpia da reação.

$$1500\text{cal/mol} - 3500\text{cal/mol} = 2000\text{cal/mol}$$

Ou seja, - 2000cal/mol liberadas nessa reação a cada mol de produto formado.

Mas o que acontece em uma reação endotérmica?

É simples, uma reação endotérmica tem na quebra das ligações mais energia envolvida que na formação de novas ligações. Exemplo:

Se na quebra das ligações uma reação absorve 3000 calorias por mol e na formação de novas ligações ela libera 1500 calorias por mol de energia temos:

$$3000\text{ cal/mol (absorvidas)} - 1500\text{ cal/mol (liberada)} = 1500\text{ cal/mol}$$

Ou seja, a reação é endotérmica e absorve 1500 cal/mol.

Aula 08

Energia para vida

Material	Plano de Ação
Material para aula experimental	1. Experimentação. 2. Discussão.

Para manutenção de uma boa saúde, é necessária uma dieta equilibrada que reponha a massa corporal e a energia despendida em nossas atividades. As informações nutricionais presentes nos rótulos dos alimentos industrializados auxiliam nessa escolha, pois divulgam as quantidades de nutrientes e de energia fornecidas por determinada porção de alimento. Os valores diários de referência são de 2000 Kcal, esses valores podem variar dependendo de suas necessidades energéticas.

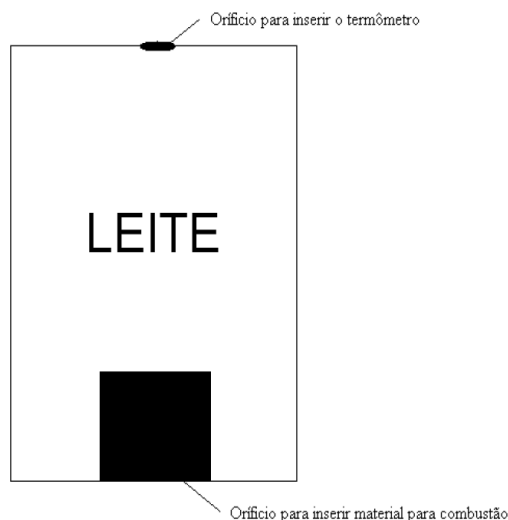
Será que todo alimento fornece a mesma quantidade de energia?

Atividade Experimental

Material:

Calorímetro feito com caixa de leite com um furo em baixo e outro em cima para colocar o termômetro, como indicado na figura:

- Água destilada;
- Proveta de 10 mL;
- Dois tubos de ensaio;
- Pinça de madeira;
- Lamparina a álcool.
- Fósforo;
- Termômetro de 0° C a 100° C;
- 1g Pão torrado;
- 1g Amendoim;
- Fio de metal.



Procedimento:

1. Medir 10 mL de água na proveta e transferir para o tubo de ensaio;
2. Medir a temperatura da água e anotar;
3. Transferir o tubo para o calorímetro com auxílio da pinça;
4. Prender o pão no fio de ferro;
5. Acender a lamparina em seguida queimar acender o alimento e coloca-lo para aquecer a água;
6. Após o fogo apagar medir a temperatura da água e anotar.
7. Repetir esse processo com o amendoim.

Questões para discussão do experimento

Questionário:

1. Qual alimento propiciou a maior variação de Temperatura?
2. Por que o amendoim demorou mais queimando? Qual a relação dessa demora queimando com os efeitos do alimento a nossa saúde?
3. Qual a quantidade de energia fornecida por cada alimento?

Orientações

A questão 1 deve ser discutida antes e depois da realização do experimento. As demais questões apenas após os cálculos, demonstrados em seguida.

Cálculos

A massa utilizada de pão e amendoim é igual a 1g em ambos os cálculos.

Calcularemos o calor de combustão em quilocalorias por grama de cada alimento utilizado. O calor de combustão pode ser calculado pela seguinte equação.

$$Q = \frac{(m_{\text{água}} \cdot c_{\text{água}} \cdot \Delta T) + (m_{\text{tubo}} \cdot c_{\text{vidro}} \cdot \Delta T)}{m_{\text{alimento}}}$$

Em que $m_{\text{água}}$ é a massa da água, m_{tubo} é a massa do tubo de ensaio vazio, m_{alimento} é a massa do alimento que foi utilizada no experimento e ΔT é a variação de temperatura sofrida pela água em consequência do aquecimento.

$$T_f (\text{água aquecida}) - T_i (\text{água à temperatura ambiente}) = \Delta T$$

E $c_{\text{água}}$ é o calor específico da água, 1 cal/g °C e c_{vidro} é o valor aproximado do calor específico do vidro, 0,2 cal/g °C. Cada tipo de vidro apresenta diferente calor específico por isso estamos usando este valor aproximado.

Orientações

Caso ache necessário o professor pode acrescentar uma aula de revisão;

Aula 09

Prova

• Material	Plano de Ação
• Provas impressas	1. Aplicação de prova de forma individual.

1. O combustível é a fonte primária de energia que permite que o carro funcione. Isso ocorre devido ao motor à explosão, onde se processa a combustão. A gasolina, álcool, diesel e gás natural, geralmente utilizados como combustíveis nos motores a explosão. Considerando essas informações procure apresentar uma explicação de como isso funciona. Explique detalhadamente o funcionamento de um motor à combustão interna (maioria dos veículos atuais). Qual o papel da combustão nesse processo?
2. A Primeira revolução industrial teve seu marco na construção das máquinas a vapor, foram construídas locomotivas que facilitavam o transporte e máquinas que modificaram a maneira de produzir. Explique como funciona uma máquina a vapor. Qual a influência dessas máquinas para a vida dos homens naquela época e que duram até os dias atuais?
3. Os termômetros clínicos marcam temperaturas entre 34°C e 43°C , visto que a temperatura normal do corpo humano é cerca de $36,5^{\circ}\text{C}$. Eles apresentam um tubo capilar (tubo de vidro) dentro contém um líquido que se dilata ou contrai dependendo da temperatura do corpo em que ele entra em contato. Alguns termômetros usam mercúrio ($c = 0,033\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$) para indicar a temperatura e outros o álcool ($c = 0,58\text{Cal/g}^{\circ}\text{C}$) com um corante vermelho. Na medida da temperatura de uma pessoa para saber se ela está febril, por exemplo, o termômetro deve ficar em contato com o corpo por um tempo para que haja o equilíbrio térmico entre os corpos. Observando o valor do calor específico de cada líquido usado nos termômetro explique qual termômetro clínico demoraria a entrar em equilíbrio térmico ao entrar em contato com um corpo há 37°C .
4. Um aluno misturou sódio sólido (Na(s)) com água (H_2O) em um laboratório de química percebeu que essa mistura ocasionou uma reação em que a temperatura do produto era maior que das substâncias antes da mistura. Então ele pegou cloreto de potássio (KCl) sólido e adicionou água, percebeu então que ao dissolver o KCl em água ocorria uma diminuição na temperatura da mistura. Explique detalhadamente por que houve diferentes variações de temperatura nos processos.
5. A gasolina libera mais energia que o álcool, entretanto polui mais que ele, a vantagem do álcool em relação à gasolina é exatamente essa, mas por que a combustão da gasolina libera mais energia que a álcool? Explique usando os conhecimentos químicos.
6. Uma pessoa necessita diariamente de aproximadamente 2000 Kcal por dia, essas quilo calorias são adquiridas durante a alimentação, se uma pessoa consome mais que a quantidade necessária ela supostamente está acumulando energia o que pode causar as gordurinhas, como essa pessoa pode perder essa energia extra? Explique usando os conhecimentos científicos.

Referências Bibliográficas

- SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S.; MATSUNAGA, R. T.; DIB, S. M. F.; CASTRO E. N. F.; SILVA, G. S.; SANTOS, S. M. O.; FARIAS, S. B.; Química e Sociedade. 1. Ed. São Paulo, Nova Geração, p. 358-377, 2008.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; Química para o ensino médio. 1. Ed. São Paulo, Scipione, p. 233-269, 2003.
- ESPERIDIAO, Y. M.; CERQUEIRA, N.; LIMA, S. A.; Química: dos experimentos às teorias. São Paulo, Companhia Editora Nacional, v. 1, p. 54-59, 1977.
- TOLENTINO, M.; FILHO-ROCHA, R. C.; A Química no Efeito Estufa. Química Nova na Escola, n. 8, p. 10-14, 1998.
- MORTIMER, E. F.; AMARAL, L. O. F.; Quanto mais quente melhor. Química Nova na Escola, n. 7, p. 30-34, 1998.
- <http://educar.sc.usp.br/fisica/graficos.html>